

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

GESTIÓN Y ANÁLISIS DE LOS
FICHEROS I3DIA PUBLICADOS POR
REE

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL:
ELECTRICIDAD

AUTOR: Marcos Benito Camino

TUTOR: Julio César Nieto Gutiérrez

SEPTIEMBRE 2010



ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	5
1.1 Introducción	6
1.2 Objetivos	7
1.3 Estructura de la Memoria	7
ESTRUCTURA DEL MERCADO ELÉCTRICO	9
2.1 Introducción	10
2.2 Mercado Diario	12
2.3 Mercado Intradía	16
2.4 Mercado de Restricciones.....	17
2.4.1 Sobrecargas en las instalaciones de la Red de Transporte	17
2.4.2 Bajas tensiones en la Red de Transporte	17
2.4.3 Congestionamientos en las Interconexiones Internacionales	17
2.4.4 Falta de reserva de potencia en el programa de producción	18
2.5 Mercado de Secundaria	19
2.6 Mercado de Desvíos	20
2.7 Mercado de Terciaria	21
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	22
3.1 Introducción	23
3.2 SIOS.....	24
3.2.1 Acciones del SIOS.....	24
3.2.2 Características del SIOS.....	25
ARCHIVOS I3DIA	26
4.1 Introducción.....	27
4.2 Contenido de los libros I3DIA.....	27



4.3	Estructura de los libros I3DIA	28
PROGRAMA DE GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS I3DIA		30
5.1	Introducción	31
5.2	Descripción del Programa de Gestión.....	32
5.2.1	Configuración y Carga de Datos.....	33
5.2.2	Estudios	34
5.3	Descripción de la Base de Datos	40
5.4	Programa de Gestión.....	41
5.4.1	Inserción de Datos.....	42
5.4.2	Realización de Estudios	44
INFORMES DE MERCADO		46
6.1	Introducción	47
6.2	Informe sobre Restricciones Técnicas a Subir	47
6.3	Informe sobre Asignaciones de Terciaria.....	49
6.4	Informe sobre Restricciones Económicas	52
CONCLUSIONES		55
BIBLIOGRAFÍA.....		57
ANEXO I		60
ANEXO II.....		64
ANEXO III		68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.3.1. Sesiones del Mercado Intradiario	16
Tabla 4.2.1. Estructura de los archivos I3DIA	27
Tabla 4.3.1. Resultado de la Resolución de Restricciones en el Mercado Diario	29
Tabla 5.3.3. Tabla Ficheros_Cargados de la Base de Datos.....	41
Tabla Anexo I.1. Descripción de hojas de los archivos I3DIA.....	63
Tabla Anexo II.1. Descripción de las siglas de los Redespachos del programa PBF.....	65
Tabla Anexo II.2. Descripción de las siglas de los Redespachos relacionados con los Mercados Intradiarios.....	65
Tabla Anexo II.3. Descripción de las siglas de los Redespachos relacionados con la Resolución de Desvíos.....	65
Tabla Anexo II.4. Descripción de las siglas de los Redespachos de reequilibrio de producción y demanda.....	66
Tabla Anexo II.5. Descripción de las siglas de los Redespachos de operación en Tiempo Real.....	66
Tabla Anexo III.1. Descripción de las Macros en Excel.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1. Estructura del Mercado Eléctrico	12
Figura 2.2.1 Método de compensación en Régimen Especial.....	14
Figura 2.2.2. Curvas agradadas de oferta y demanda.....	14
Figura 2.5.1. Curvas de oferta de banda de Mercado de Secundaria.....	19
Figura 2.6.1. Energía asignada y Precio del Mercado de Desvíos.....	20
Figura 2.7.1. Energía asignada y Precio del Mercado de Terciaria.....	21
Figura 5.2.1. Página principal del Programa de Gestión.....	32
Figura 5.2.2. Precio Horario de Terciaria a Subir.....	35
Figura 5.2.3. Precio Medio Ponderado de Restricciones Técnicas a Subir.....	37
Figura 5.2.4. Precio Medio Ponderado de Restricciones Económicas a Bajar.....	39
Figura 5.3.1. Paso de datos de los ficheros I3DIA a la Base de Datos.....	40
Figura 5.3.2. Estructura de la Base de Datos.....	40
Figura 5.4.1. Organigrama de transferencia de datos entre Excel y Access	42
Figura 5.4.2. Diagrama de flujo de Inserción de Datos.....	43
Figura 5.4.3. Organigrama de lectura de datos de Excel a Access.....	44
Figura 5.4.4. Diagrama de flujo de Lectura de Datos.....	45
Figura 6.2.1. Precio Horario de Restricciones Técnicas a Subir.....	48
Figura 6.2.2. Energía Horaria de Restricciones Técnicas a Subir.....	49
Figura 6.3.1. Precio Horario de Terciaria a Subir.....	50
Figura 6.3.2. Volumen de Energía por Tecnología en Terciaria a Subir.....	51
Figura 6.4.1. Energía casada por el Régimen Especial en Restricciones Económicas a Bajar.....	53
Figura 6.4.2. Casaciones por Tecnología en Restricciones Económicas a Bajar.....	54
Figura 6.4.3. % respecto del total de restricciones a bajar del ciclo combinado y el régimen especial.....	54



Capítulo 1:

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1	Introducción.....	6
1.2	Objetivos.....	7
1.3	Estructura de la Memoria.....	7

1.1 Introducción

El Mercado Eléctrico [1], como cualquier otro mercado, funciona equilibrando la oferta y la demanda. El problema de la electricidad es que casi no se puede almacenar, por lo que todo lo que se venda o se compre en el Mercado Eléctrico, debe ser gastado.

Los Estudios de Mercado Eléctrico se basan en el análisis de todos los datos que Red Eléctrica de España y el Operador del Mercado publican diariamente con la información relativa al volumen y precios de energía casada en los diferentes mercados. Dichos valores, en función de la confidencialidad se agrupan o no por tecnologías, agentes, unidades, etc.

Red Eléctrica a través de su página web publica diariamente una serie de ficheros referentes al Mercado Eléctrico donde se integran todos los datos, tanto económicos como energéticos.

Son muchos los ficheros que se publican en la página web de Red Eléctrica, pero este Proyecto se centrará en los archivos I3DIA, que son publicados diariamente con una confidencialidad de tres días y que contienen la información de los Mercados agrupada por tecnología.

Estos archivos, poseen una gran cantidad de información y su estudio es relativamente difícil si no se cuenta con algún programa que gestione toda la información.

Se podrían utilizar programas específicamente diseñados para manejar toda la información contenida en los archivos I3DIA, pero esa clase de programas requieren un alto coste de inversión y en muchos casos se exceden en las herramientas necesarias para realizar un simple análisis de Mercado.

El 1 de Junio del 2010 las unidades monetarias en los Mercados Eléctricos pasaron de c€/kWh a €/MWh. Al haber sido redactada la Memoria del Proyecto de Fin de Carrera antes de esa fecha, la unidad monetaria de referencia será c€/kWh.

1.2 Objetivos

Como se ha comentado, el objetivo del Proyecto es la gestión y el análisis de la información contenida en los archivos I3DIA, para ello:

- Se realizará un programa diseñado para gestionar la información contenida en los archivos I3DIA. La función de dicho programa será almacenar la información contenida en los archivos en una base de datos y extraer dicha información.
- A modo de ejemplo se realizarán una serie de análisis de diferentes mercados a partir de los datos almacenados en el programa.

Cabe señalar que el objetivo del proyecto es aportar un ejemplo de cómo, con conocimientos básicos de programación puede desarrollarse una herramienta potente que permita el análisis de los diferentes mercados. Con esta misma filosofía se podría afrontar el estudio de otros datos, como ofertas y resultados de los mercados por unidades. La única diferencia radicaría en el volumen de datos a procesar.

1.3 Estructura de la Memoria

La Memoria se encuentra estructurada en los siguientes Capítulos:

- *Capítulo 1:* el presente Capítulo, donde se han expuesto la Introducción y los Objetivos.
- *Capítulo 2:* en él, se presentará una descripción del Mercado Eléctrico con sus principales características. Se detallará su funcionamiento explicando de forma general cada uno de los Mercados existentes y las características más importantes de cada uno de ellos.
- *Capítulo 3:* se pretende dar una explicación de las funciones principales de Red Eléctrica de España. Además, se definirá el Sistema de Información del Operador del Sistema detallando sus funciones, así como la información que puede encontrarse en su página web de acceso público.
- *Capítulo 4:* en este Capítulo, se presentarán los archivos I3DIA y todas sus características, qué datos contienen, cómo se organizan, qué estructura y qué programa es utilizado para la lectura de estos archivos.

- *Capítulo 5:* se describe el programa creado para la gestión de los ficheros I3DIA. En este Capítulo se expondrá la funcionalidad y características principales de la aplicación desarrollada para el procesamiento de los ficheros.
- *Capítulo 6:* a modo de ejemplo se han realizado una serie de informes para demostrar el potencial de la aplicación. En este capítulo se explicarán dichos informes así como las conclusiones obtenidas.
- *Anexo I* muestra mediante una tabla el contenido de los ficheros I3DIA, describiendo el contenido de cada hoja y los datos más importantes contenidos en ellas.
- *Anexo II:* parte indispensable para el estudio de los datos publicados por el Operador del Sistema es el conocimiento de las etiquetas que utiliza para caracterizar cada una de las asignaciones de energía en los diferentes mercados. En este Anexo se enumeran dichas etiquetas.
- *Anexo III:* se describen las macros realizadas para el funcionamiento del programa de gestión.

Capítulo 2:

ESTRUCTURA DEL MERCADO ELÉCTRICO

2.1	Introducción.....	10
2.2	Mercado Diario.....	12
2.3	Mercado Intradiario.....	16
2.4	Mercado de Restricciones.....	17
2.4.1	Sobrecargas en las instalaciones de la Red de Transporte.....	17
2.4.2	Bajas tensiones en la Red de Transporte.....	17
2.4.3	Congestiones en las Interconexiones Internacionales.....	17
2.4.4	Falta de reserva de potencia en el programa de producción.....	18
2.5	Mercado de Secundaria.....	19
2.6	Mercado de Desvíos.....	20
2.7	Mercado de Terciaria.....	21

2.1 Introducción

En 1997 se liberalizó el Mercado Eléctrico Español gracias a la Ley 54/1997 [2] y al Real Decreto 2019/1997 [3].

Se pretendía aplicar unos principios de objetividad, transparencia y libre competencia, donde la iniciativa empresarial adquiriría un papel principal para la realización de actividades relacionadas con el suministro eléctrico.

La Ley tenía como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico con el objetivo de garantizar el suministro eléctrico, garantizar la calidad de dicho suministro y garantizar que se realice al menor coste posible. Todo ello sin olvidar la protección del Medio Ambiente.

Posteriormente, en Noviembre del 2001 el Reino de España y la República de Portugal acuerdan la creación de un mercado común de la energía eléctrica, denominado Mercado Ibérico de Electricidad con la firma de un Protocolo de colaboración.

Finalmente, en Julio de 2007, se creó el Mercado Ibérico de Electricidad [4], que integra los mercados español y portugués en un conjunto.

Este nuevo Mercado permite a los productores de electricidad de ambos países vender energía en un mercado único. Es un paso que cuenta con la aprobación de la Unión Europea, ya que esta tiene por objetivo la creación de un Mercado Interno de Electricidad para todos los países de la Unión Europea.

A lo largo del tiempo se han ido tomando medidas para la total liberalización del mercado llegando esta con la desaparición de los Distribuidores y la posibilidad de todos los usuarios de elección de comercializador.

El Mercado Eléctrico se estructura en diferentes mercados gestionados por los operadores correspondientes en los que participan tanto los generadores como los consumidores a través de la figura del Agente del Mercado.

Los agentes de mercado son las empresas habilitadas para actuar en el mercado de producción como vendedores y compradores de electricidad. Pueden actuar como agentes del mercado los productores, comercializadores de electricidad y comercializadores de último recurso, así como los consumidores cualificados de energía eléctrica y las empresas o consumidores, residentes en otros países externos al Mercado Ibérico, que tengan la habilitación de agentes externos.

Los consumidores cualificados según el Real Decreto 1955/2000 [5], serán aquellos consumidores de energía eléctrica cuyas características de consumo por instalación o por punto de suministro sean iguales o superiores a las que se establezcan por el Gobierno.

Así, por ejemplo, los titulares de instalaciones de transporte por ferrocarril, incluido el ferrocarril metropolitano tienen la consideración de consumidores cualificados.

El Mercado Eléctrico comienza el día D-1 para poder gestionar correctamente la oferta con la demanda y ver posibles fallos de suministro en algunos puntos, evitando siempre la congestión de las líneas o la falta de electricidad en zonas concretas de los dos países.

Para garantizar el correcto funcionamiento del mismo, el Mercado Eléctrico requiere de dos instituciones controladoras:

- El Operador del Sistema, Red Eléctrica de España.
- El Operador de Mercado Eléctrico.

Red Eléctrica de España [6], como Operador del Sistema, se encarga de garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico, así como la correcta coordinación del sistema de producción y transporte. Además, Red Eléctrica es el gestor de la red de transporte y actúa como transportista único, desarrollando esta actividad en régimen de exclusividad.

Por su parte el Operador del Mercado Eléctrico [7] es el encargado de asumir las funciones necesarias para realizar la gestión económica del mercado. Se encarga de la recepción, aceptación y casación de las ofertas de venta y de adquisición.

Posee además una función de receptor de información por parte del Operador del Sistema sobre la información relativa a las modificaciones introducidas sobre la casación, en razón de alteraciones técnicas o situaciones excepcionales en la red de transporte o, en su caso, de distribución.

El Mercado Eléctrico se estructura cronológicamente en los siguientes mercados que tienen lugar entre el día D-1 y el periodo de entrega de la energía.

- Mercado Diario
- Mercado Intradía
- Mercado de Restricciones
- Mercado de Secundaria
- Mercado de Desvíos
- Mercado de Terciaria

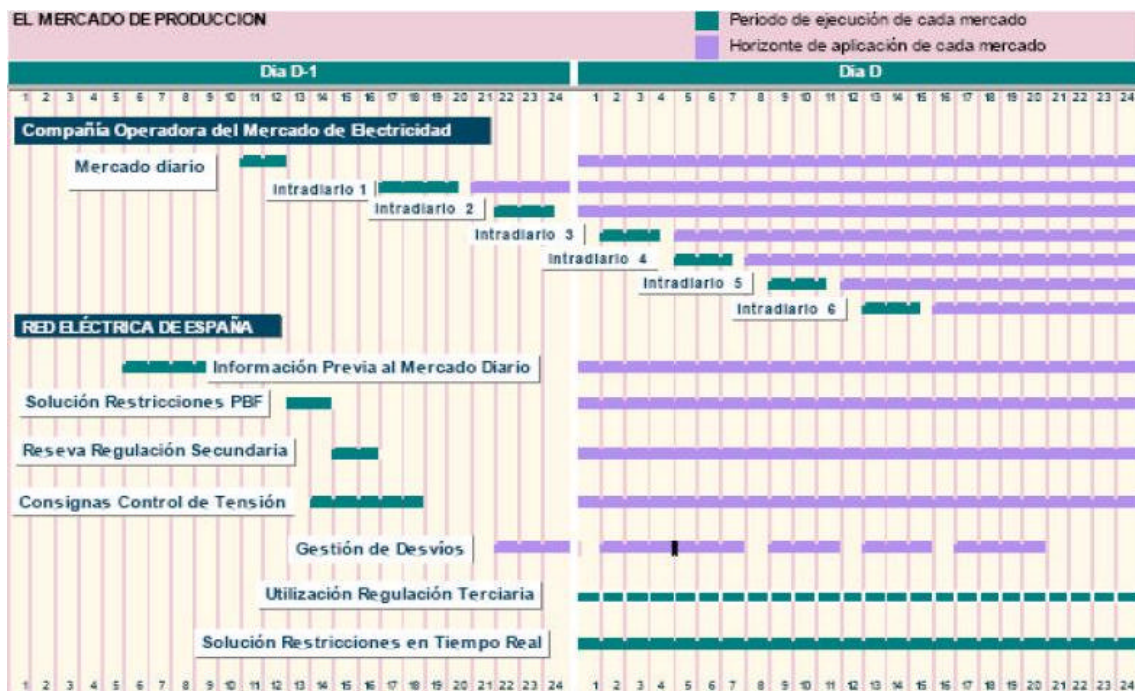


Figura 2.1.1. Estructura del Mercado Eléctrico

Fuente: Operador del Sistema [7]

Seguidamente se detallan de forma somera las principales características de cada uno de los mercados enumerados anteriormente.

2.2 Mercado Diario

El Mercado Diario [8] tiene por objetivo llevar a cabo las transacciones de energía eléctrica para el día siguiente mediante la presentación de ofertas de venta y adquisición de energía eléctrica por parte de los agentes de mercado.

Los agentes en el mercado de producción de energía eléctrica están obligados a adherirse a las Reglas de Funcionamiento del Mercado de Producción de Energía Eléctrica [3] por medio de la suscripción del correspondiente Contrato de Adhesión. Las ofertas de estos agentes se presentarán al Operador del Mercado, y serán incluidas en un procedimiento de casación teniendo efectos para el horizonte diario de programación, correspondiente al día siguiente del día de cierre de la recepción de ofertas, y comprendido de veinticuatro periodos horarios de programación consecutivos (veintitrés o veinticinco periodos en los días en que se produzca cambio de hora).

Todas las unidades de producción disponibles que no estén afectas a un contrato bilateral físico tienen la obligación de presentar ofertas para el Mercado Diario.

Un contrato bilateral físico es un convenio diseñado a medida en función de las necesidades de los agentes compradores y los agentes vendedores para asegurarse la compra-venta de electricidad sin necesidad de acudir a una institución gestora de Mercado.

Para los productores en Régimen Especial es obligatorio el declarar al mercado la energía excedentaria, manteniendo su derecho a las primas establecidas para dicho régimen.

También podrán presentar ofertas de venta de energía los Agentes Externos autorizados a ello.

Actualmente la producción de Régimen Especial (tanto renovable como no) está adquiriendo cada vez más relevancia en el Mercado, por este motivo se considera importante señalar en este apartado las posibilidades de remuneración a la que pueden acogerse dichos productores.

REMUNERACIÓN DEL RÉGIMEN ESPECIAL

El Régimen Especial de producción se halla regulado por el Real Decreto 661/2007 [9], en el que se establece un sistema de incentivos temporales para aquellas instalaciones que requieren de ellos para situarse en posición de competencia en un mercado libre, excepto en el caso particular de Cogeneración no superior a 1MW y Fotovoltaica no superior a 50MW, que sólo tienen opción de vender en mercado regulado a tarifa, debido a que se hace necesario potenciar sus beneficios medioambientales, habida cuenta de que sus mayores costes no les permitirían dicha competencia.

A la hora de liquidar la energía, el Régimen Especial cuenta con dos opciones a las que puede acogerse (ver Figura 2.2.1).

- Opción A (conocida como Opción Mercado): donde la remuneración obtenida será el precio del mercado diario más la prima que le corresponda.
- Opción B (conocida como Opción Tarifa): donde, independientemente del precio del Mercado Diario, el productor de Régimen Especial cobrará la tarifa que le corresponda en función de su tecnología. A pesar de no obtener el precio del Mercado Diario debe enviar una oferta por la previsión de exportación a dicho mercado.

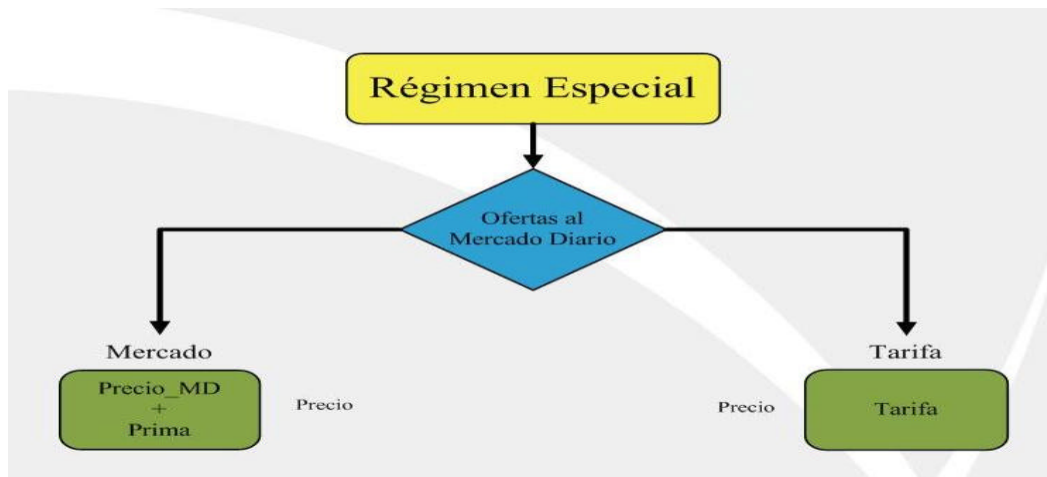


Figura 2.2.1. Método de compensación en Régimen Especial

En la actualidad el exceso de capacidad instalada y el continuo crecimiento de las instalaciones renovables (eólicas y fotovoltaicas fundamentalmente) está ocasionando serios problemas para, en que determinados momentos el sistema pueda consumir toda la energía de origen renovable generada. Este hecho se ha podido observar a lo largo de los meses del invierno de 2009-2010 donde los precios del mercado diario han sido 0 c€/kWh en numerosos periodos.

En el Mercado Diario las ofertas de venta y compra podrán realizarse considerando de 1 a 25 tramos en cada hora, en cada uno de los cuales se oferta energía y precio de la misma, siendo creciente el precio en cada tramo en el caso de las ventas, y decreciente en el caso de las compras. Véase Figura 2.2.2.

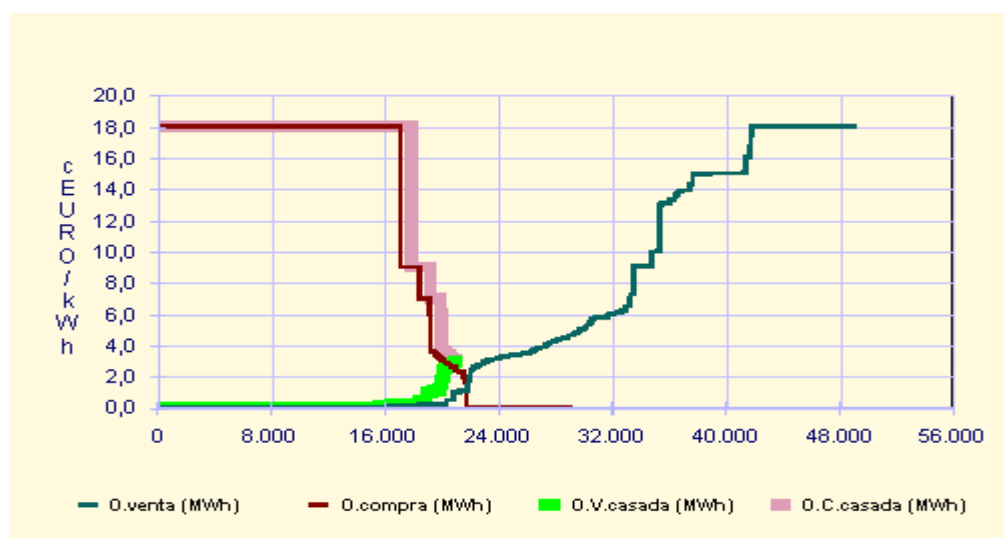


Figura 2.2.2. Curvas agregadas de oferta y demanda

Fuente: Red Eléctrica de España [6]

El Operador del Mercado realizará la casación de las ofertas económicas de compra y venta de energía eléctrica (recibidas antes de las 10:00 horas del día anterior al de entrega de la energía), por medio del método de casación simple o compleja, según concurren ofertas simples o que existan ofertas que incorporen condiciones complejas.

El método de casación simple es aquél que obtiene de manera independiente el precio marginal, así como el volumen de energía eléctrica que se acepta para cada unidad de producción y adquisición para cada periodo horario de programación.

El punto en el que se cruzan las curvas de Ofertas de Venta y Ofertas de Compra será el precio marginal, que será el precio definitivo para todas las unidades que hayan casado. En un mercado marginalista, todos los participantes reciben el precio del mercado independientemente del precio de la oferta enviada.

El método de casación compleja obtiene el resultado de la casación a partir del método de la casación simple, validando que las ofertas casadas cumplen con una serie de condiciones establecidas en la oferta, tales como ingresos mínimos, gradientes de carga, etc. Mediante un proceso iterativo se ejecutan varias casaciones simples condicionadas hasta que todas las unidades de venta y adquisición casadas cumplen las condiciones complejas declaradas, siendo ésta solución la primera solución definitiva que respeta la capacidad máxima de interconexión internacional, considerando tanto las ofertas realizadas al mercado diario, como las ejecuciones de contratos bilaterales físicos con afectación expresa a las interconexiones externas al Mercado Ibérico.

En caso de congestión interna en el Mercado Ibérico (congestión en la interconexión entre los sistemas eléctricos español y portugués) se repite el proceso descrito previamente realizándose una separación de mercado que obtiene un precio en cada zona del Mercado Ibérico, sin congestión interna entre ambos sistemas eléctricos.

Como resultado de la casación, el Operador del Mercado obtiene el Programa Base de Casación (PDBC), que contiene la energía programada para todas las unidades de oferta, con detalle horario y horizonte diario.

Posteriormente el Operador del Sistema, a partir de las nominaciones de los contratos bilaterales, tanto nacionales como internacionales, declaradas por los agentes, genera el Programa Base de Funcionamiento (PDBF) es el programa diario con desglose horario, de las diferentes unidades de programación correspondientes a ventas y adquisiciones de energía en el sistema eléctrico peninsular. Este programa publicado a las 12:00, se obtiene como la suma, para cada unidad del programa resultante de la casación del Mercado Diario y la comunicación de la ejecución de contratos bilaterales.

Con la información contenida en el PDBF, el Operador del Sistema realiza el análisis de la Red para detectar la existencia de restricciones técnicas: limitaciones del sistema de generación y transporte que impiden implementarlo sin comprometer la seguridad o fiabilidad del suministro.

En el caso de que existan restricciones técnicas, se pondrá en marcha el procedimiento de gestión de restricciones (*véase Apartado 2.4*).

Una vez que las restricciones técnicas sean resueltas, el Operador del Sistema publicará a las 14:00 el Programa Diario Viable Provisional (PVP). Este programa abarca las veinticuatro horas del día siguiente y habrá tenido en cuenta las condiciones de seguridad y las limitaciones de la red de transporte.

Para que los agentes puedan realizar ajustes sobre los programas de generación y consumo que se les han asignado en el PVP se convocarán las sesiones del Mercado Intradía.

2.3 Mercado Intradiario

El Mercado Intradiario tiene por objetivo atender, mediante la presentación de ofertas de venta y adquisición de energía eléctrica por parte de los agentes de mercado, los ajustes sobre el Programa Diario Viable para la primera sesión o el Programa Horario Final (PHF) para el resto de las sesiones.

El Programa Horario Final es el programa establecido por el Operador del Sistema con posterioridad a cada una de las sucesivas sesiones del Mercado Intradiario, a partir de la casación de ofertas de venta y de adquisición de energía formalizadas en dicha sesión para cada periodo de programación, teniendo además en cuenta la retirada de este proceso de casación de aquellas ofertas que den lugar a restricciones técnicas.

El Mercado Intradiario se estructura en seis sesiones con una distribución de horarios establecidos en las Reglas de Funcionamiento del Mercado mostrados en la Tabla 2.3.1.

	Sesión 1ª	Sesión 2ª	Sesión 3ª	Sesión 4ª	Sesión 5ª	Sesión 6ª
Apertura de sesión	16:00	21:00	01:00	04:00	08:00	12:00
Cierre de sesión	17:45	21:45	01:45	04:45	08:45	12:45
Casación	18:30	22:30	02:30	05:30	09:30	13:30
Recepción de desagregaciones de programa	19:00	23:00	02:45	05:45	09:45	13:45
Análisis de Restricciones	19:10	23:10	03:10	06:10	10:10	14:10
Análisis de Restricciones	19:20	23:20	03:20	06:20	10:20	14:20
Horizonte de programación (Periodos horarios)	28 horas (21-24)	24 horas (1-24)	20 horas (5-24)	17 horas (8-24)	13 horas (12-24)	9 horas (16-24)

Tabla 2.3.1. Sesiones del Mercado Intradiario

Fuente: Operador del Mercado Eléctrico [7]

Por cada unidad de producción o adquisición se podrán presentar múltiples ofertas de compra o venta.

El Operador del Mercado realizará la casación de las ofertas de compra y venta de energía eléctrica, por medio del método de casación simple o compleja. El precio resultante será calculado de forma similar al del Mercado Diario y será marginal para todas las ofertas.

2.4 Mercado de Restricciones

El Operador del Sistema, con la información contenida en el PDBF realizará un flujo de cargas para comprobar las restricciones existentes en la Red.

El flujo de cargas es un estudio que se utiliza para calcular las potencias entrantes y salientes de diferentes generadores, subestaciones y centros de consumo y saber si estas potencias son aceptables según las condiciones de carga.

Se darán restricciones cuando aparezca alguno de los siguientes casos:

- Sobrecargas en las instalaciones de la Red de Transporte
- Bajas tensiones en la Red de Transporte
- Congestionamientos en las Interconexiones Internacionales
- Falta de reserva de potencia en el programa de producción

2.4.1 Sobrecargas en las instalaciones de la Red de Transporte

Si lo que se produce en la Red de Transporte son sobrecargas, el paso a seguir es reducir la generación de electricidad en la zona afectada.

2.4.2 Bajas tensiones en la Red de Transporte

Cuando se producen bajas tensiones en las instalaciones de la Red de Transporte, se incrementará la generación o se introducirá un acoplamiento de generación nuevo con el fin de restablecer la tensión nominal.

2.4.3 Congestionamientos en las Interconexiones Internacionales

Lo primero que hay que tener en cuenta cuando se dan congestionamientos en las Interconexiones Internacionales son las transacciones del mercado y las bilaterales. Posteriormente, la capacidad disponible se repartirá proporcionalmente entre ambos tipos de transacciones. Así, para las transacciones de mercado se retirarán del programa las ofertas más caras (importación) o más baratas (exportación), y para las transacciones bilaterales se subastará la capacidad disponible para los contratos bilaterales.

2.4.4 Falta de reserva de potencia en el programa de producción

Para la falta de reserva de potencia en el programa de producción se realizarán acoplamientos de grupos térmicos adicionales programados a su mínimo técnico por si existe la necesidad de su utilización. Se programan a su mínimo técnico ya que el arranque suele ser largo y cuando surge la necesidad de su utilización, esta debe ser inmediata, por lo que se requiere que esté activo para una puesta en producción rápida y segura.

En el Mercado de Restricciones las unidades ofertarán toda su energía procedente del resultado del PDBF a bajar (recompra de la energía) y el resto hasta su potencia disponible a subir (venta de la energía).

El análisis de restricciones se realizará en dos fases:

Fase I. Es la resolución de las restricciones técnicas aparecidas al realizar el flujo de cargas con el PDBF. Se aumenta y/o se disminuye la energía para solucionar las restricciones. En principio si dos unidades pueden solucionar la restricción se seleccionan por criterios económicos. En caso de asignación de energía a una unidad se le liquidará a su precio de oferta, y en caso de desasignación de la energía del PDBF se le liquida al precio del Mercado Diario.

Fase II. La Fase I produce un descuadre en el PDBF (cuya venta es igual a su compra) por tanto es necesario realizar el cuadro de nuevo. Se realizará por criterios económicos, asignando la energía necesaria a subir o a bajar. Para evitar que este recuadre provoque nuevas restricciones, el Operador del Sistema en la Fase I, limita a las unidades, para que no puedan variar su programa. El precio al que se liquida la energía asignada en esta fase es el precio de la oferta a subir o a bajar correspondiente.

En este mercado podrán participar tanto el Régimen Ordinario como el Régimen Especial Gestionable.

2.5 Mercado de Secundaria

El Sistema Eléctrico utiliza la energía denominada secundaria cuando se tienen que corregir los desvíos de programación y reponer la reserva de Regulación Primaria.

La Regulación Primaria es un servicio destinado a mantener el equilibrio instantáneo entre producción y consumo. Se presta a través de la variación automática de la potencia de los equipos cuando se registra una variación de la frecuencia.

Es un servicio complementario de carácter obligatorio y no retribuido, aportado por los generadores acoplados a la red. En el caso de no disponer del servicio, se deberá contratar con los agentes con capacidad de hacerlo y comunicarlo al Operador del Sistema.

Cada vez que la reserva de Regulación Primaria disminuya, se tendrá que dar servicio a la Regulación Secundaria.

Sólo pueden ofertar en el Mercado de Secundaria el Régimen Ordinario y el Régimen Especial Gestionable. La lista de equipos habilitados para ello será publicada de forma anual el 30 de noviembre de cada año para el año siguiente.

La regulación se realiza a nivel de zona de regulación, que es una agrupación de unidades de oferta que tienen capacidad de regular siguiendo un sistema automático de control de generación.

El Operador del Sistema establece y comunica tras el PDBF y la resolución de las restricciones de seguridad, la reserva total necesaria de secundaria, la relación entre la reserva a subir y la reserva a bajar (obligatorio a nivel zona de regulación) y el valor máximo y mínimo de la banda que se puede ofertar en cada hora.

Cada zona de regulación debe cumplir con la relación de reserva a subir/reserva a bajar del sistema.

Se ofertan bandas de energía con el objeto de mantener el equilibrio generación-demanda corrigiendo las desviaciones involuntarias, que se producen en la operación en tiempo real, o las desviaciones de la frecuencia del sistema respecto de los valores programados.

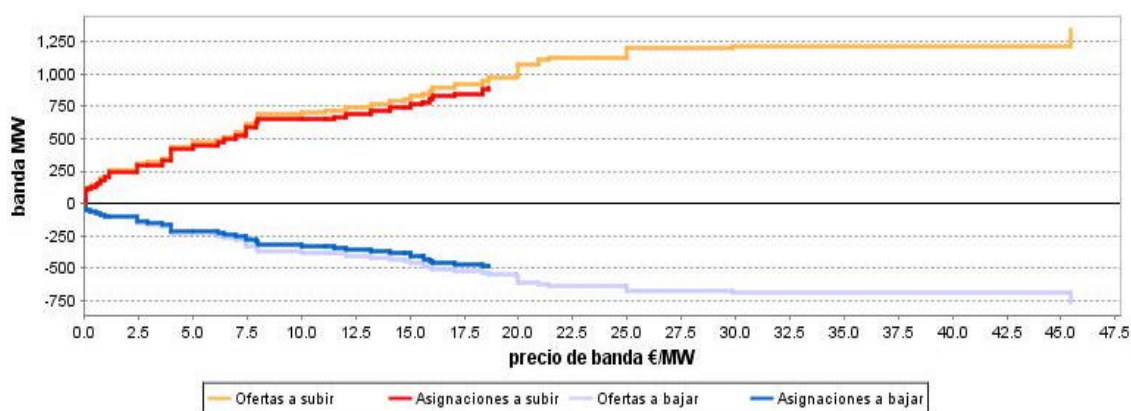


Figura 2.5.1. Curvas de oferta de banda de Mercado de Secundaria

Fuente: Red Eléctrica de España [6]

Luego serán asignadas el conjunto de ofertas que representen el mínimo coste (considerando costes de banda) hasta cubrir las necesidades (con un margen por las ofertas indivisibles de $\pm 10\%$ del requerimiento establecido por el Operador del Sistema)

La retribución será en función de la disponibilidad (banda de regulación) y la utilización (energía). Las retribuciones se llevarán a cabo el día D+1, una vez conocidas las asignaciones de energía. Estas retribuciones serán liquidadas por Red Eléctrica.

2.6 Mercado de Desvíos

El Mercado de Desvíos es un proceso posterior al Mercado Intradiario y previo a la programación de la hora. Se convoca ante comunicaciones de desvíos posteriores al cierre de la sesión del Mercado Intradiario, que cumplan ciertas condiciones.

El horizonte de programación es hasta el periodo de inicio del siguiente Mercado Intradiario y pueden ofertar productores y unidades de adquisición de consumo de bombeo.

Serán necesario conocer la comunicación de los productores de nuevas indisponibilidades o cambios de programación justificados, la comunicación de los compradores de variaciones no previstas de demanda y nuevas previsiones de demanda del Operador del Sistema.

Para que se convoque el Mercado de Desvíos tiene que darse un desvío horario medio que supere los 300MWh en todo el horizonte de programación.

Una vez que se tenga que realizar el Mercado de Desvíos, se publicará el saldo de desvío horario a cubrir. Entonces sólo se admitirán 5 ofertas por unidad de producción o consumo, con un periodo de recepción de ofertas de 30 minutos. No está permitido incumplir compromisos previos ni crear restricciones en el sistema.

Se asignarán las ofertas de menor coste y el resultado se publicará 15 minutos antes del inicio de la hora. El precio de los MWh seguirá siendo marginal al igual que sucedía con el Mercado Diario e Intradiario.

En este mercado sólo podrán ofertar las unidades que estén dentro del Régimen Ordinario, y el Régimen Especial Gestionable.



Figura 2.6.1. Energía asignada y Precio del Mercado de Desvíos

Fuente: Red Eléctrica de España [6]

2.7 Mercado de Terciaria

Es el servicio destinado a modificar los programas de las unidades de oferta con objeto de reponer la reserva de regulación secundaria que haya sido utilizada.

Pueden ofertar los agentes responsables de las unidades de oferta habilitadas por el Operador del Sistema y actualmente sólo pueden participar los generadores (Régimen Ordinario y Régimen Especial Gestionable).

El día D-1, el Operador del Sistema establece el valor de la reserva de regulación terciaria mínima, que es la variación máxima de potencia del programa de generación en un tiempo máximo de 15 minutos. Se obliga a ofertar toda la potencia disponible y esas ofertas pueden estar limitadas en energía.

Una vez realizadas las ofertas, se realiza la asignación. Si una oferta provoca restricciones, es rechazada. Las ofertas se ordenan por precios crecientes y se asignan las más baratas hasta cubrir las necesidades fijadas por el Operador del Sistema. El Operador del Sistema en función de las necesidades del mismo, asignará, 15 minutos antes del inicio del periodo de programación, la energía necesaria a subir o a bajar atendiendo a criterios económicos. El precio será marginalista.



Figura 2.7.1. Energía asignada y Precio del Mercado de Terciaria

Fuente: Red Eléctrica de España [6]



Capítulo 3:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

3.1	Introducción.....	23
3.2	SIOS.....	24
3.2.1	Acciones del SIOS.....	24
3.2.2	Características del SIOS.....	25

3.1 Introducción

Red Eléctrica de España, en su condición de Operador del Sistema Eléctrico, tiene la obligación de hacer públicos los resultados de los mercados o procesos de operación del sistema, garantizando en todo momento el secreto de la información de carácter confidencial puesta a su disposición por los agentes de mercado.

Para que esta información adquiriera un carácter público, se ha de presentar según ciertos criterios de agregación relacionados con el tiempo transcurrido desde su comunicación de forma confidencial. Así y con carácter general REE publica para los mercados la siguiente información:

- Para el día D+1: información de energías y precios medios ponderados totales
- Con una confidencialidad de tres días: energías y precios medios agrupados por tecnologías
- Con una confidencialidad de tres meses: información agregada por unidad de precios, resultados y ofertas en los diferentes mercados.

El Operador del Sistema publica dicha información, en general en formato Excel o xml a través de su página web de acceso público [10].

3.2 SIOS

El Sistema de Información del Operador del Sistema ha sido desarrollado por Red Eléctrica de España para permitir la comunicación con los diferentes sujetos del mercado en lo relativo al envío de ofertas y publicación de resultados, etc.

A través de su página web de acceso privado (www.sujetos.esios.ree.es), los diferentes agentes del mercado pueden realizar el envío de ofertas y la descarga de resultados de las diferentes sesiones de los mercados gestionados por el Operador del Sistema.

Además existe una parte de acceso público [10] donde el Operador del Sistema realiza la publicación, con la confidencialidad requerida, de toda la información exigida en la legislación actual.

Como responsable de la operación del sistema eléctrico, Red Eléctrica garantiza la continuidad y seguridad del suministro y la adecuada coordinación del conjunto generación-transporte. Para ello realiza una serie de procesos, a partir de la casación del mercado diario efectuada por el Operador del Mercado, hasta la definición de cada una de las programaciones horarias y la asignación de los servicios complementarios, que permiten la explotación segura y económica del sistema en tiempo real.

Estos procesos constituyen los mercados de operación, gestionados por Red Eléctrica con la finalidad de adaptar los programas de producción resultantes de los mercados diarios e intradiarios a las necesidades técnicas de calidad y seguridad requeridos por el suministro de energía eléctrica.

3.2.1 Acciones del SIOS

El Sistema de Informaciones capaz de:

- Comunicarse con el Operador del Mercado Eléctrico, con quien intercambia los resultados de la casación del Mercado Diario y los sucesivos Mercados Intradiarios.
- Comunicarse con los Agentes del Mercado, quienes acuden al Mercado Eléctrico con ofertas de compra o venta de energía, para notificarles a continuación la aceptación o rechazo de dichas ofertas, de forma transparente y confidencial.
- Comunicarse con los técnicos del propio Operador del Sistema, de quienes recibe órdenes de validación y tratamiento de ofertas, ajustes como consecuencia de alteraciones técnicas o situaciones excepcionales en la Red de Transporte, asignación de Servicios Complementarios, etc. que darán lugar a la definición de cada una de las programaciones horarias.
- Comunicarse con los Operadores de los Sistemas de los países vecinos, con el fin de evaluar la capacidad técnica de las líneas de interconexión, así como la capacidad disponible para uso comercial una vez aplicados los criterios de seguridad establecidos en ambos sistemas, y de gestionar las restricciones de red en las Interconexiones Internacionales.

- Publicar los resultados de los distintos mercados y programaciones, con el fin de que cada destinatario de los mismos actúe según corresponda.
- Almacenar, tanto la información que entra en el sistema como la resultante de los distintos procesos, en su Base de Datos Histórica.

3.2.2 Características del SIOS

El Sistema de Información del Operador del Sistema, ofrecerá además y en tiempo real toda la información de todos los mercados, lo que lo convierte en una herramienta básica para el estudio del Mercado Eléctrico.

Entre otra información de utilizar, en la página web del SIOS se puede encontrar:

- Programa Agregado Resultante del PBF, que contiene el programa total agregado, por hora, resultante del programa diario base de funcionamiento.
- Solución de Restricciones Técnicas, que contiene todos los redespachos a subir y a bajar realizados para la solución de restricciones técnicas del Mercado Diario agrupadas por tipo de redespacho y periodos horarios.
- Asignación Regulación Secundaria, que contiene el total de las ofertas a subir y a bajar de reserva de regulación secundaria asignada por hora.
- Mercado de Gestión de Desvíos, que contiene el total agregado por hora de las ofertas asignadas por sesión de Mercado de Gestión de Desvíos.
- Programa Agregado P48 (Horario), que contiene los programas agregados asignados por hora.
- Información de detalle por Unidad de Programación (I90DIA), que contiene la desclasificación de la información confidencial comunicada en su día a cada uno de los agentes sobre las unidades de su propiedad.
- Información agregada diaria por tecnología (I3DIA), que contiene los resultados de los mercados o procesos de operación, agregados por tipo de tecnología, o por tipo de agente cuando se trate de interconexiones.

Son más los archivos a descargar en el Sistema de Información, pero estos son algunos de los más importantes y utilizados día a día.



Capítulo 4:

ARCHIVOS I3DIA

4.1	Introducción.....	27
4.2	Contenido de los libros I3DIA.....	27
4.3	Estructura de los libros I3DIA.....	28

4.1 Introducción

Los archivos I3DIA contienen los resultados del mercado eléctrico, agregados por tipo de tecnología, o por tipo de agente cuando se trate de interconexiones.

Tienen el nombre de archivos I3DIA debido a que se publican tres días después del día del estudio, para garantizar una confidencialidad en el Mercado Eléctrico. Red Eléctrica de España a través de SIOS publica estos archivos en formato Microsoft Excel.

Mediante estos ficheros una unidad de una cierta tecnología, por ejemplo un Ciclo Combinado, puede conocer su situación competitiva actual en los diferentes mercados en relación a otros agentes. Así por ejemplo, puede conocer si en el Mercado de Restricciones Técnicas tiene alguna posibilidad de ser asignado en caso de necesidad, o su coste es demasiado alto en relación al resto de los Ciclos Combinados.

Por otro lado y en determinados casos se puede conocer el precio de oferta de una determinada unidad, sin tener que esperar la publicación del fichero I90DIA.

4.2 Contenido de los libros I3DIA

Los libros I3DIA constan de la estructura de datos que aparece en la Tabla 4.2.1.

Hoja	Descripción de la Hoja
I3DIA00	Fecha del Informe y Contenido del Libro
I3DIA01	Resultado de la Programación Horaria del PVP
I3DIA02	Resultado de la Programación Horaria del P48
I3DIA03	Resultado de la Resolución de Restricciones en el Mercado Diario
I3DIA04	Resultado de la Resolución de Restricciones en el Mercado Intradiario
I3DIA05	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Secundaria. Valores horarios de la asignación de Banda de Regulación Secundaria
I3DIA06	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Gestión de Desvíos. Valores horarios de la energía asignada en el Mercado de Gestión de Desvíos
I3DIA07	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Terciaria. Valores horarios de la energía asignada en el Mercado de Terciaria
I3DIA08	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Tiempo Real. Valores horarios de los redespachos por Seguridad en Tiempo Real
I3DIA09	Precios de la Resolución de Restricciones en el Mercado Diario
I3DIA10	Precios de la Programación Horaria del Mercado de Tiempo Real.
I3DIA11	Reservada
I3DIA12	Energía Indisponible
I3DIA13	Resultado de la Programación Horaria del PHF
I3DIA14	Resultado de la Programación Horaria del PBF

Tabla 4.2.1. Estructura de los archivos I3DIA

Fuente: Archivos I3DIA [10]

La primera hoja de los archivos I3DIA contiene un índice del libro Excel donde se detalla el contenido del fichero.

En el apartado “Documentación/Modelo de Ficheros” de la página pública del SIOS puede encontrarse el documento con el formato de los ficheros publicados en la web. En general cada hoja contiene información de un mercado, ya sea relativa a precios o energía.

Para aquellos mercados no marginalistas se publican los precios medios horarios por tecnología, desglosando en su caso, en función del tipo de redespacho utilizado. Así por ejemplo, en el Mercado de Restricciones se muestran por tecnologías los precios medios de la Fase 1 y de la Fase 2 tanto a subir como a bajar.

En el Anexo I se describen las hojas de los archivos I3DIA incluyendo el contenido de las mismas y la información que llevan. Esta información ha sido recogida del documento publicado por REE el 28 de Julio de 2010 llamado “Intercambio de información con el Operador del Sistema” [11]

4.3 Estructura de los libros I3DIA

Todas las hojas de los ficheros publicados tienen una estructura similar, en columnas aparecen las horas del día y en filas el tipo de tecnología. En su caso, para una misma tecnología aparecerán varias filas si es necesario desglosar los datos en diferentes tipos de redespacho.

Esto hace que la programación de una aplicación que gestione los datos sea sencilla, al tener todas las hojas la misma estructura y sólo sea necesario conocer los conceptos por los que se muestra desglosado el dato.

En la siguiente tabla se muestra como ejemplo una hoja con la información del Resultado de la Programación de Restricciones. Además de aparecer el desglose de energía para cada tecnología, aparece para cada una de ellas la parte correspondiente a las asignaciones de la Fase 1 (UPOPVPV) tanto a subir como a bajar y la parte correspondiente a las asignaciones de la Fase 2 (ECO) tanto a subir como a bajar.

Será necesario por tanto, para cada valor de energía de una hora (por ejemplo la hora 01-02) con qué tipo de redespacho está relacionado y qué sentido a tenido la energía, además de conocer la tecnología a la que ha correspondido.

En el Anexo II se explican detalladamente las siglas de los diferentes Redespachos utilizados por Red Eléctrica.

Redespacho	Sentido	Concepto	MWh Total	00-01	01-02	02-03
UPOPVPV	Subir	Hidráulica Convencional	435,0			
UPOPVPV	Subir	Carbón Importado	3.420,0	171,0	171,0	171,0
UPOPVPV	Subir	Ciclo Combinado	14.305,0			
ECO	Bajar	Hidráulica Convencional	-2.912,5	-0,1	-0,1	-0,1
ECO	Bajar	Turbinación bombeo	-5.031,6			
ECO	Bajar	Nuclear	-60,0	-3,0	-3,0	-3,0
ECO	Bajar	Carbón Nacional	-240,0			
ECO	Bajar	Carbón Importado	-4,0			
ECO	Bajar	Ciclo Combinado	-1.228,8	-10,0	-10,0	-10,0
ECO	Bajar	Consumo bombeo	-52,0			-52,0
ECO	Bajar	Importaciones (mercado)	-793,0			
ECO	Bajar	Régimen especial que participa en el mercado de producción	-7.832,7	-157	-157	-105,9
ECOCB	Bajar	Ciclo Combinado	-4,4			
ECOBPO	Bajar	Ciclo Combinado	-1,0			
UPOPVPV	Subir	Hidráulica Convencional	435,0			
UPOPVPV	Subir	Carbón Importado	3.420,0	171,0	171,0	171,0

Tabla 4.3.1. Resultado de la Resolución de Restricciones en el Mercado Diario

Fuente: Archivos I3DIA [10]

Como se verá posteriormente, para poder gestionar toda la información contenida en los ficheros se utilizará una base de datos donde se insertarán los valores de cada una de las hojas. La única diferencia entre realizar la inserción de uno u otro mercado será conocer el número de agrupaciones en los que aparece la energía. Así en unas hojas puede que aparezca agrupada por sentido y en otras no.

Capítulo 5:

PROGRAMA DE GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS I3DIA

5.1	Introducción.....	31
5.2	Descripción del Programa de Gestión.....	32
5.2.1	Configuración y Carga de Datos.....	33
5.2.2	Estudios.....	34
5.3	Descripción de la Base de Datos del Programa.....	40
5.4	Programa de Gestión.....	41
5.4.1	Inserción de Datos.....	42
5.4.2	Realización de Estudios.....	44

5.1 Introducción

El presente proyecto está encaminado, como se ha comentado, a la elaboración de una aplicación que permita manejar los ficheros descritos en el punto anterior.

El Programa de Gestión de los archivos I3DIA se desarrolla en el entorno de Microsoft Office, con el programa Microsoft Excel.

Microsoft Excel, además de ser una hoja de cálculo, incluye la aplicación VBA (*Visual Basic for Applications*) que permite la creación de macros con el lenguaje de programación Visual Basic, lo que amplía las posibilidades de actuación y desarrollo de aplicaciones en este entorno.

Los archivos I3DIA son de carácter diario, por lo que si se quisiera consultar algún dato dentro de un rango de fechas, sería necesario abrir cada uno de los archivos I3DIA del periodo seleccionado y unir todos los datos en una hoja nueva en el orden cronológico adecuado.

Para evitar esto, la solución tomada en este proyecto consiste en almacenar el contenido del fichero en una Base de Datos Access, en la que se habrá creado una estructura de tablas con correspondencia a cada una de las hojas del libro.

De este modo, se podrán almacenar los ficheros en la Base de Datos y se podrá consultar posteriormente un rango de fechas de forma directa, sin necesidad de recurrir a la apertura de cada uno de los libros. Además de poder aprovechar otras funcionalidades de Access, como la realización de consultas de varias tablas a la vez, operaciones entre tablas, etc.

El Programa de Gestión desarrollado será capaz de leer los ficheros I3DIA e insertar su información en una Base de Datos de Access.

Por otro lado se desarrollarán una serie de consultas a la Base de Datos de modo que se puedan realizar estudios predeterminados sobre diversos aspectos del Mercado Eléctrico.

5.2 Descripción del Programa de Gestión

El Programa de Gestión está compuesto por dos módulos que serán capaces de realizar las siguientes funciones:

- El primer módulo, denominado Carga de Datos, será el encargado de realizar la inserción de los datos de los archivos I3DIA en la Base de Datos. A su vez, a través de este módulo se parametrizarán los directorios donde se almacenan tanto los ficheros descargados del E-SIOS como la Base de Datos del usuario.
- Un segundo módulo, denominado Estudios, realizará una serie de consultas predeterminadas a la Base de Datos. El resultado de la ejecución de estas consultas serán una serie de gráficas y tablas que facilitarán al usuario el manejo de la información.

La Figura 5.2.1 es la página principal que aparece en el Programa de Gestión y que contendrá los dos módulos descritos anteriormente.



The screenshot displays the main interface of the Program Management software, organized into three distinct sections:

- CONFIGURACIÓN:** This section allows for the configuration of file paths. It includes two input fields: "PATH FICHEROS" (set to "C:\Temp\Archivos I3DIA\") and "PATH BASE DE DATOS" (set to "C:\Temp\Datos_I3DIA.mdb"). Each field has a corresponding "Verificar" (Verify) button.
- CARGA DE DATOS:** This section is for loading data. It features date pickers for "DESDE" (01/12/2009) and "HASTA" (21/05/2010). Below these is a section titled "HOJAS A CARGAR" (Sheets to Load) with a grid of checkboxes for various data types: TODO, PHF, Secundaria, Precios de Diario, Precio Tiempo Real, PVP, PBF, Terciaria, Energia Indisponible, Gestion de Desvios, P48, Resolucion Mercado Intradiario, Restricciones de Diario, and Tiempo Real. A "Cargar Datos" (Load Data) button is positioned at the bottom of this section.
- ESTUDIOS:** This section is for studies. It includes date pickers for "DESDE" (01/01/2010) and "HASTA" (21/05/2010). Below these is a dropdown menu currently showing "Precio de Terciaria a Subir en Mercado de Tiempo Real", and a "Seleccionar" (Select) button.

Figura 5.2.1. Página principal del Programa de Gestión

A continuación se explicará detalladamente el funcionamiento y el manejo de cada uno de estos módulos.

5.2.1 Configuración y Carga de Datos

La parte de Configuración permite al usuario parametrizar los directorios donde se almacenarán los ficheros I3DIA y la Base de Datos.

Para verificar que dichos directorios son correctos, la aplicación dispone de dos botones de verificación, que informarán al usuario que los directorios existen.

Así, para los archivos I3DIA, el usuario deberá introducir la ruta de acceso dentro del espacio habilitado en la sección *Path Ficheros* tal y como aparece en la Figura 5.2.1.

Para la Base de Datos, el usuario deberá introducir la ruta de acceso dentro del espacio habilitado en la sección *Path Base de Datos* con la extensión de la Base de Datos (para el caso del Programa de Gestión y dado que la Base de Datos está creada con el programa Microsoft Access, la extensión del archivo será .mdb) tal y como muestra la Figura 5.2.1.

En la parte destinada a la carga de datos aparecen configuradas todas las hojas que pueden cargarse.

El usuario será capaz de decidir las hojas a cargar en la Base de Datos. Esto dinamizará la aplicación y evitará en muchos casos la carga de información que no es necesaria, así como permitirá reducir tanto el tiempo de espera de inserción de datos como el espacio destinado para la Base de Datos.

En el caso de que el usuario decida realizar la inserción de todas las hojas, dispondrá de una casilla que permite realizar esta función sin necesidad de seleccionar una a una las hojas de los archivos I3DIA llamada *TODO*. La aplicación verificará que los ficheros I3DIA se encuentran en el directorio parametrizado y realizará la inserción de los datos seleccionados en la Base de Datos al pulsar sobre el botón *Cargar Datos*.

En caso de que alguno de los ficheros no se encuentre, la aplicación informará al usuario del fallo y detendrá la carga de los ficheros hasta que se subsane el error.

Además de seleccionar las hojas a cargar, será necesario incluir tanto la fecha por la que se desea iniciar la recopilación de información como la fecha de finalización.

La aplicación dispone de dos cuadros de texto habilitados para esta función, que serán *Desde* y *Hasta*, y será en ellos donde se deba introducir el rango de fechas con el formato dd/mm/yyyy.

5.2.2 Estudios

La finalidad del Programa de Gestión es poder realizar Estudios con todos los datos insertados para poder llevar a cabo una serie de Informes.

Estos informes serán capaces de mostrar la evolución temporal de los datos y comparar distintas tecnologías para los diferentes Mercados.

El Programa de Gestión tiene la capacidad de crear nuevos Estudios en función de los datos que se deseen observar.

Para su creación será necesario implementar las consultas en los módulos de Visual Basic, accediendo a las macros existentes del programa para poder codificar las acciones mediante líneas de código desarrolladas tanto en Visual Basic como en SQL.

El resultado de la ejecución de una de estas consultas se vuelca a una nueva hoja en el libro Excel, elaborándose además de una tabla con los datos obtenidos, una gráfica que hace más amigable el análisis de la información.

Para la ejecución de una de estas consultas, sólo es necesario introducir el rango de fechas, seleccionar el Informe y pulsar sobre el botón *Seleccionar*.

Se han realizado una serie de consultas iniciales que se consideraron interesantes para estudiar debido a los recientes movimientos en la legislatura reguladora de los Mercados Eléctricos.

Posteriormente se detallan los Estudios existentes en el Programa de Gestión y la razón por la cual fueron incluidos en la lista.

- *Precio de Terciaria a Subir/Bajar en el Mercado de Tiempo Real*

Estos estudios realizarán un análisis de los precios horarios de terciaria, tanto a subir como a bajar, comparándolos con el precio del mercado diario. Con ello se podrá conocer cuáles son las tecnologías que mayores beneficios obtienen en los Mercados de Terciaria.

Para poder tener una mejor visión del resultado, se añade la Energía Total Asignada para cada tecnología, lo que facilitará la comprensión del beneficio que obtiene cada tecnología.

La Figura 5.2.2 muestra como sería el estudio visto desde el Programa de Gestión. Se observan las tablas de Precios Horarios de Terciaria y la Energía Total Asignada, que servirán de base para realizar las gráficas que se encuentran anexas a las tablas y que mostrarán de una manera temporal la evolución de los precios y la energía de las distintas tecnologías existentes para este Mercado.

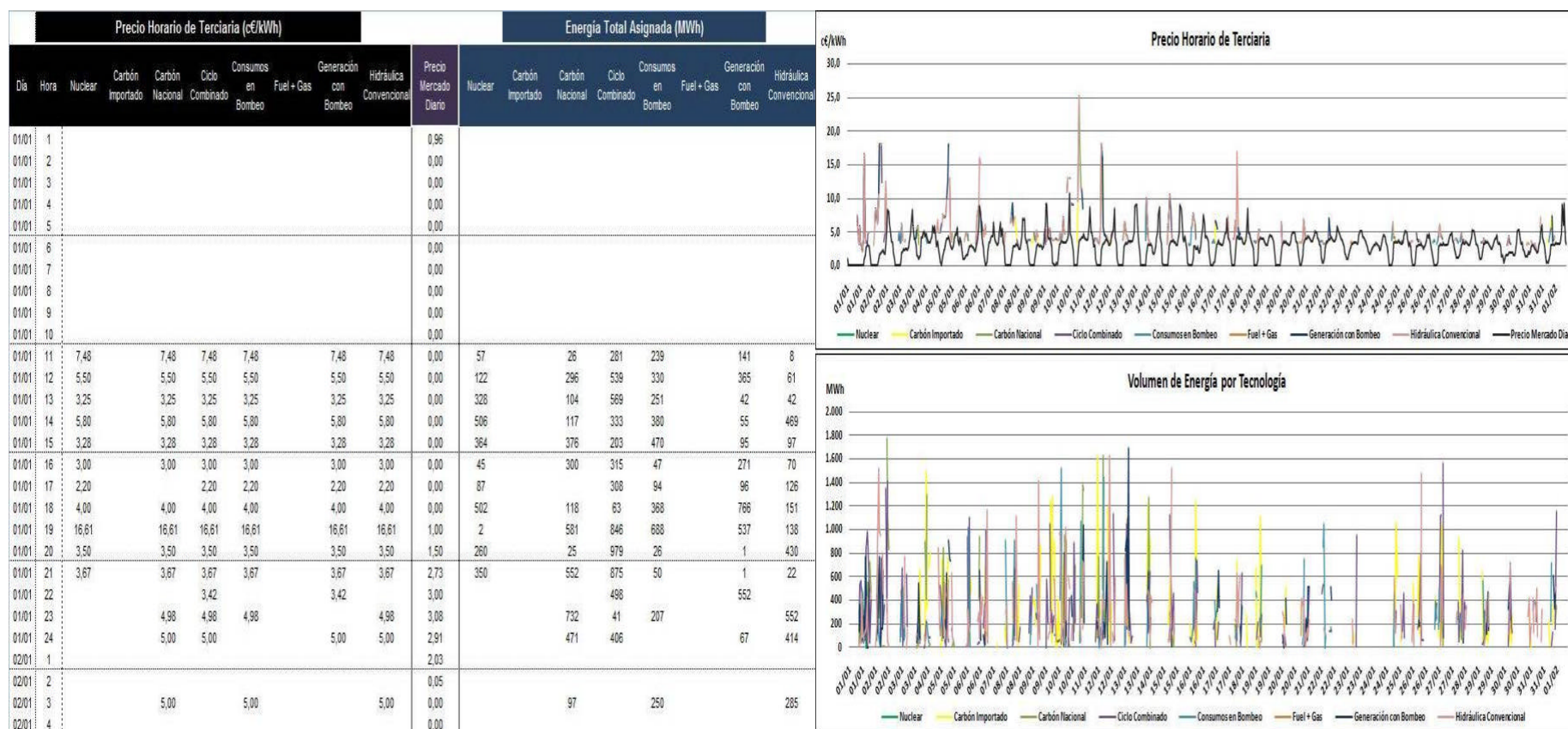


Figura 5.2.2. Precio Horario de Terciaria a Subir

- *Restricciones Técnicas a Subir*

Este estudio tiene como fin realizar una comparación entre el Precio del Mercado Diario y los distintos precios de cada tecnología. A lo largo del tiempo ha existido mucha polémica sobre el abuso que se está haciendo en este mercado en cuanto a la posición dominante de ciertas centrales. Esta consulta permitirá ver el precio de cada tecnología que soluciona las restricciones de la Red.

Al igual que el primer estudio, se añadirá la tabla de Energía Total Asignada para dar una visión más detallada y mostrar su evolución.

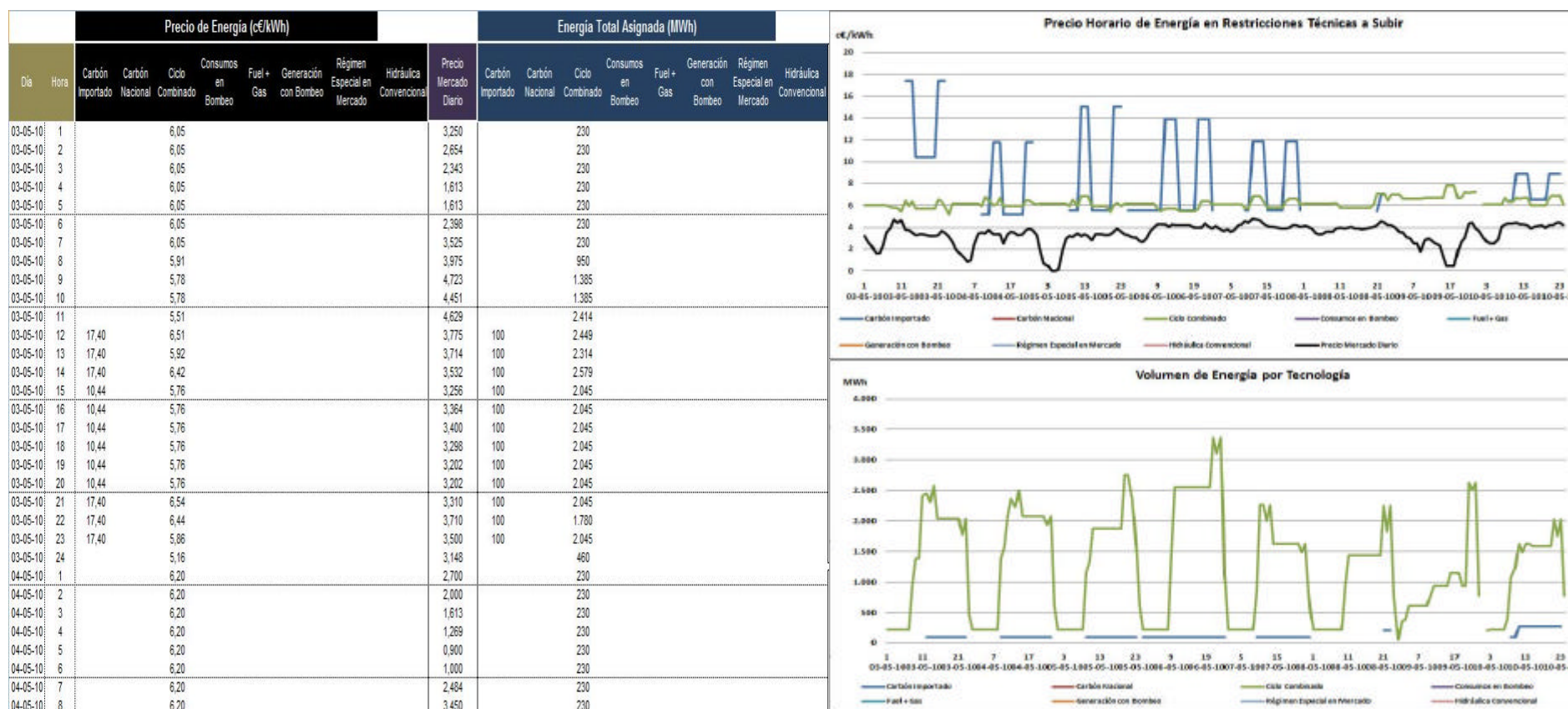


Figura 5.2.3. Precio Medio Ponderado de Restricciones Técnicas a Subir

- *Precio Medio Ponderado de Restricciones Económicas a Bajar*

Otra parte importante del mercado de restricciones es la correspondiente al cuadro económico ya que se puede obtener beneficio del movimiento de energía entre este mercado ya la reventa en el mercado diario. La consulta permite analizar qué tecnologías son las que mayor carga mueven y a qué precio.

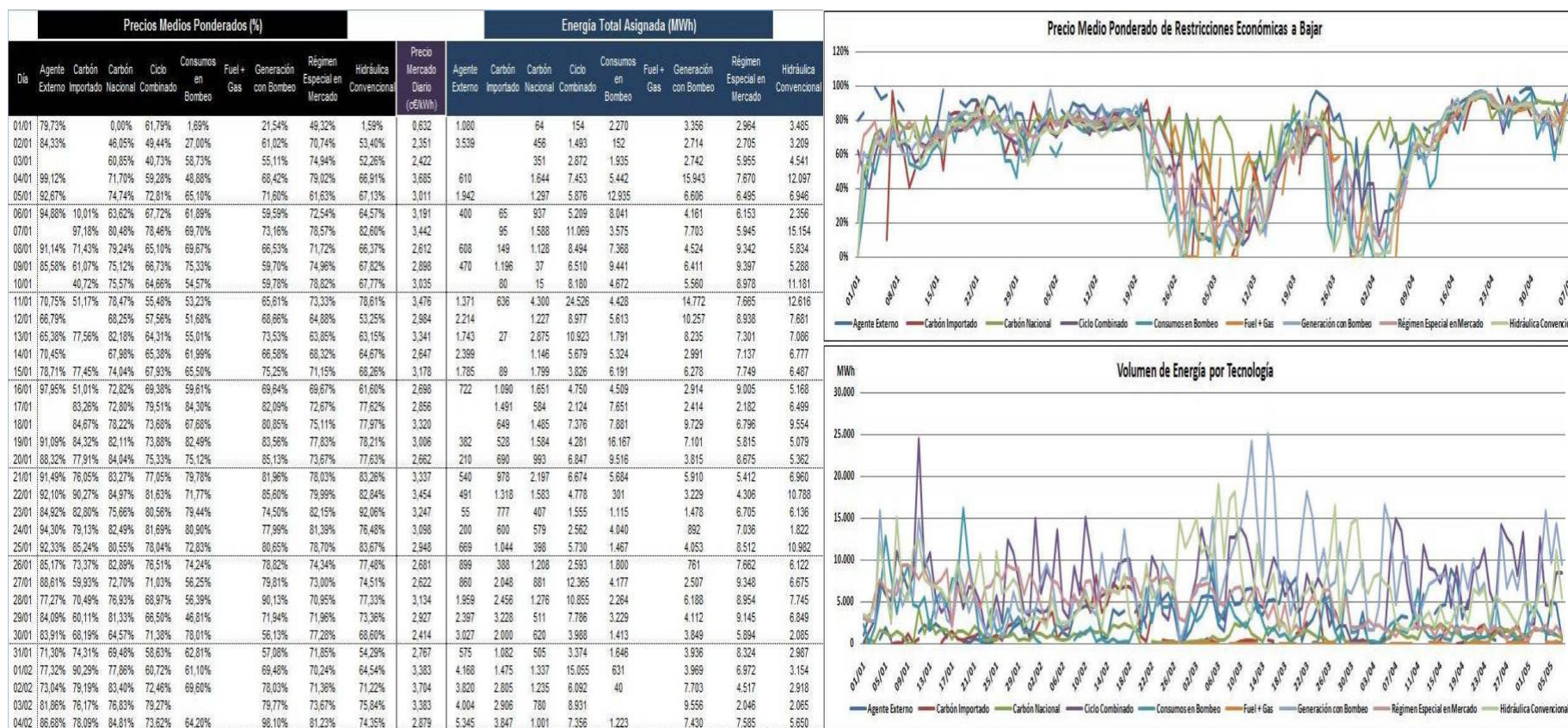


Figura 5.2.4. Precio Medio Ponderado de Restricciones Económicas a Bajar

5.3 Descripción de la Base de Datos

Una de las partes fundamentales del proyecto ha sido la implementación de la Base de Datos encargada del almacenamiento de la información contenida en los ficheros I3DIA.

Se ha seguido una estructura lógica en cuanto a la creación de tablas, creando una distinta para cada una de las hojas contenidas en los ficheros.

La elección más importante ha sido el cambio de formato horizontal de los ficheros a formato vertical de la tabla en cuanto al campo hora. Es decir, en el fichero, las energías en una hora están en una columna, mientras que en la tabla estará en una fila. En la siguiente figura se aclara este concepto.

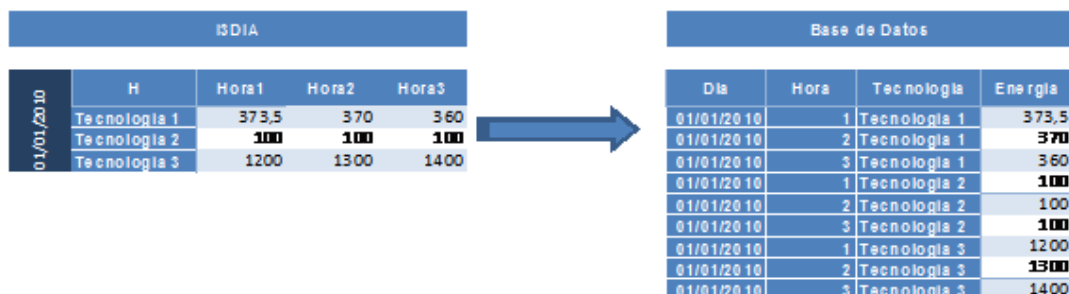
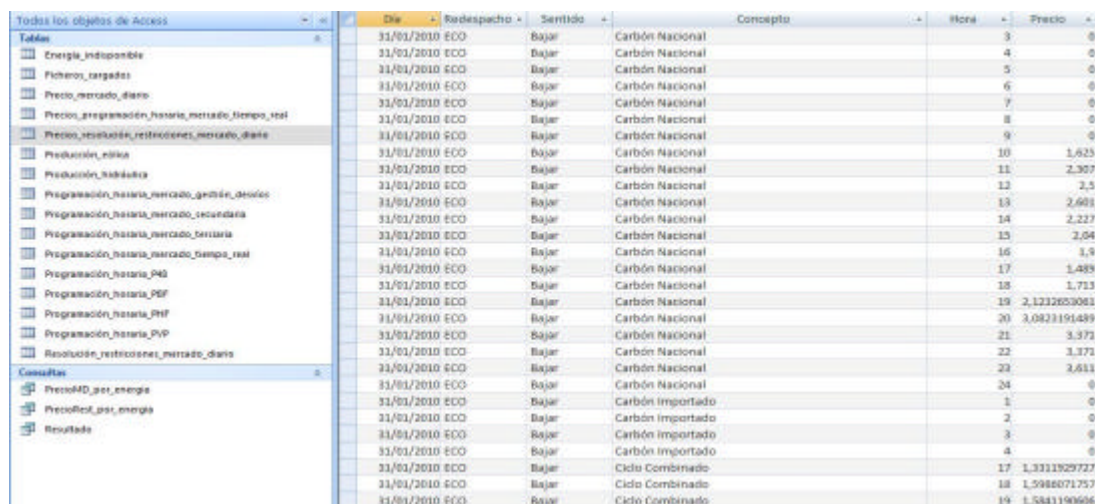


Figura 5.3.1. Paso de datos de los ficheros I3DIA a la Base de Datos

La ventaja de este tipo de almacenamiento de datos es que facilita la realización de consultas de varias tablas, los cálculos internos en una consulta, etc. La única desventaja es que aumenta el tamaño de la base de datos: para un día se necesitan 24 filas, mientras que en el fichero sólo se necesita 1.

En nuestro caso, la Base de Datos se ha implementado en Microsoft Access.

En la siguiente figura se muestran las tablas creadas y su relación con la hoja del fichero correspondiente.



Día	Redespacho	Sentido	Concepto	Hora	Precio
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	3	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	4	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	5	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	6	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	7	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	8	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	9	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	10	1,625
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	11	2,307
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	12	2,5
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	13	2,601
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	14	2,227
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	15	2,04
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	16	1,9
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	17	1,489
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	18	1,713
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	19	2,121263081
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	20	3,0421191489
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	21	3,371
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	22	3,371
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	23	3,611
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Nacional	24	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Importado	1	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Importado	2	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Importado	3	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Carbón Importado	4	0
31/03/2010	ECO	Bajar	Ciclo Combinado	17	1,3111929727
31/03/2010	ECO	Bajar	Ciclo Combinado	18	1,5986071757
31/03/2010	ECO	Bajar	Ciclo Combinado	19	1,5841190606

Figura 5.3.2. Estructura de la Base de Datos

Como ya se ha señalado, todas las tablas tendrán una serie de campos comunes, tales como *Día*, *Hora*, *Tecnología* además de unos campos característicos: Sentido, Redespacho en función de las características del mercado al que se refieran.

La Figura 5.3.2 muestra cómo se estructura la Base de Datos conteniendo las tablas que se corresponden con las hojas de los ficheros I3DIA.

Se hace necesario realizar un control de los días cargados para una de las hojas, para ello se ha creado una tabla adicional, denominada *Ficheros_Cargados* en la que se almacena cada una de las fechas cargadas en cada tabla. La carga de datos de la aplicación, internamente lleva el control de las fechas cargadas para evitar duplicidad en los datos. En la siguiente figura se muestra la estructura de la tabla.

Energía_i	Precios_p	Precios_re	PBF	PHF	PVP	Restricc.	P48
01/01/09	15/03/09	01/02/09	17/09/09	21/08/09	05/04/09	03/01/09	28/02/09
02/01/09	16/03/09	02/02/09	18/09/09	22/08/09	06/04/09	04/01/09	01/03/09
03/01/09	17/03/09	03/02/09	19/09/09	23/08/09	07/04/09	05/01/09	02/03/09
04/01/09	18/03/09	04/02/09	20/09/09	24/08/09	08/04/09	06/01/09	03/03/09
05/01/09	19/03/09	05/02/09	21/09/09	25/08/09	09/04/09	07/01/09	04/03/09
06/01/09	20/03/09	06/02/09	22/09/09	26/08/09	10/04/09	08/01/09	05/03/09
07/01/09	21/03/09	07/02/09	23/09/09	27/08/09	11/04/09	09/01/09	06/03/09

Tabla 5.3.3. Tabla Ficheros_cargados de la Base de Datos

5.4 Programa de Gestión

El Programa de Gestión necesitará junto con la Base de Datos vinculada macros para poder realizar las distintas tareas asignadas.

Una macro [12] es una instrucción compleja que está formada por otras instrucciones más sencillas que permitirá la automatización de tareas repetitivas.

Las macros por tanto, estarán compuestas por líneas de código (instrucciones) que se irán realizando ordenadamente para la aplicación de diversas tareas descritas en las líneas de código.

Estas líneas de código son escritas en un lenguaje de programación, que para el caso del Programa de Gestión y dado que junto con la Base de Datos se encuentran en la suite de Microsoft, será VBA o *Visual Basic for Applications*.

Además de VBA, será necesario SQL o *Structured Query Language* [13] qué es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones con éstas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo efectuar consultas con el fin de recuperar de una forma sencilla información de interés de una base de datos, así como también hacer cambios en ella.

SQL será utilizado dentro de las macros del Programa de Gestión cuando sea necesario realizar alguna intervención en la Base de Datos.

VBA y SQL pueden por tanto compartir líneas de código para así poder realizar funciones entre varios programas (Excel y Access) de una manera efectiva.

5.4.1 Inserción de Datos

En este punto, se describirá cómo el Programa de Gestión realiza la Carga de Datos a la Base de Datos.

El diagrama de la Figura 5.4.1 muestra el proceso de inserción de los datos en el Access, señalando las aplicaciones utilizadas y los ficheros necesarios.

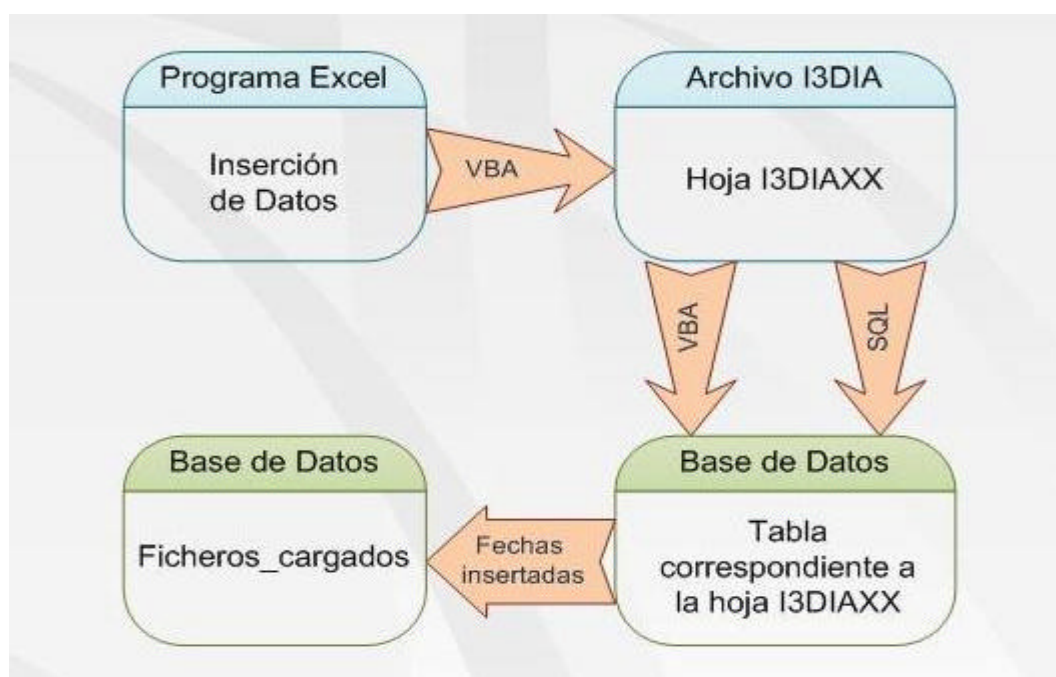


Figura 5.4.1. Organigrama de transferencia de datos entre Excel y Access

Una vez que el usuario ha descargado de la web del e-SIOS el rango de ficheros que desea cargar, debe parametrizar las rutas donde se han almacenado, además de la ruta de almacenamiento de la Base de Datos. El nombre de la Base de Datos (*Datos_I3DIA.mdb*) no podrá ser modificado ya que se utiliza internamente en la macro Excel.

En primer lugar se valida la integridad cronológica de los datos a cargar, para cada hoja, se consulta la última fecha cargada y se verifica que el siguiente fichero existe.

A partir de ese punto, una vez seleccionadas las hojas a cargar, y el rango de fechas, la macro desarrollada abre el fichero I3DIA de la fecha inicial, selecciona la primera hoja a cargar y a través de instrucciones en SQL realiza la inserción de los datos en la tabla adecuada.

A modo de ejemplo, una de las instrucciones que realiza la inserción en las tablas es la siguiente:

```
insert into Programación_horaria_PVP
(Día, Concepto, Hora, Energía)
```

Values

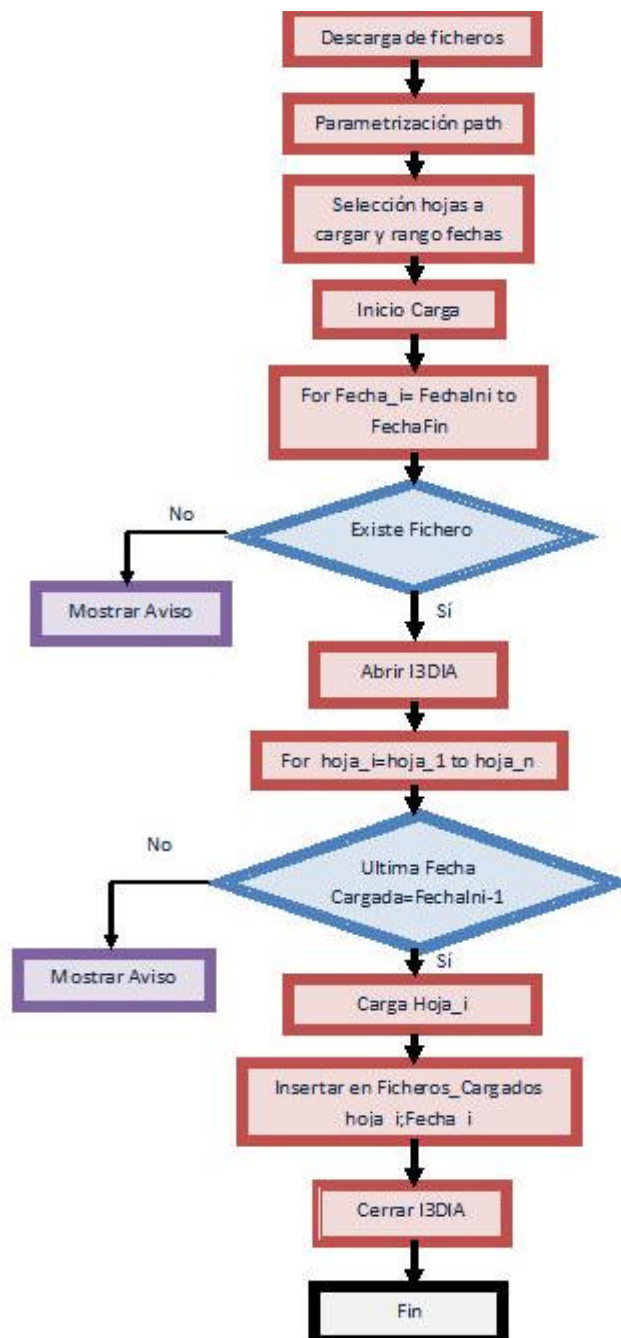
("01/05/2010", 'Hidráulica Convencional', 1, 6651.4)

Como se puede observar son instrucciones sencillas y fácilmente comprensibles para cualquier usuario.

Una vez realizada la inserción de todas las horas y tecnologías, se inserta un registro adicional en la tabla *Ficheros_Cargados* para controlar que esa tabla para esa fecha ha sido cargada.

La aplicación realiza este proceso para todas las hojas y rango de fechas establecido. En caso de que no se encuentre un fichero para un día determinado, se detiene la carga de datos hasta que el usuario descargue el archivo.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la aplicación.



5.4.2 Realización de Estudios

Para la realización de una lectura de datos, se procederá según la estructura temporal mostrada por el organigrama de la Figura 5.4.3.

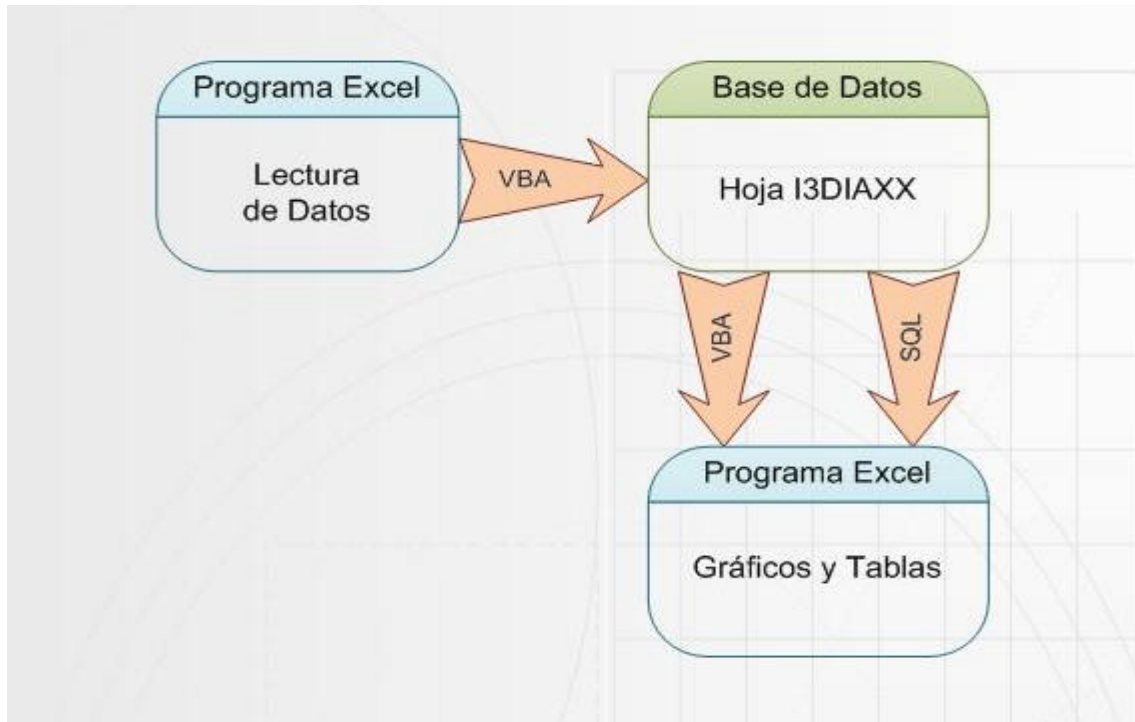


Figura 5.4.3. Organigrama de lectura de datos de Excel a Access

Una vez que el usuario ha decidido el estudio a realizar y ha introducido el rango de fechas destinado al estudio, la aplicación realizará una lectura de datos comprobando la existencia de todos los datos comprendidos en el rango de fechas introducido por el usuario.

La lectura de datos se realizará con VBA seleccionando los datos relevantes para el estudio de la hoja relacionada con el estudio de la Base de Datos.

Tras recoger los datos de la Base de Datos y utilizando líneas de código en VBA y SQL se procederá a introducir los datos en una hoja de Excel donde serán mostrados mediante tablas y gráficas.

A modo de ejemplo, una de las instrucciones que realiza la lectura de datos es la siguiente:

```
SELECT Día,Concepto,Hora,Energía FROM Programación_horaria_mercado_terciaria
WHERE Día>=#" & fecha_est_ini & "# AND Día<=#" & fecha_est_fin & "#
GROUP BY Día,Concepto ORDER BY Día,Concepto
```

Al igual que en el punto anterior, se puede observar que las instrucciones son sencillas y fácilmente entendibles para cualquier usuario.

El realizar una consulta es sencillo ya que SQL es un lenguaje de alto nivel.

En el caso de que no se encuentre un fichero para un día determinado, el programa detendrá la lectura de los datos hasta que el usuario descargue el archivo y lo cargue dentro de la Base de Datos.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la aplicación.

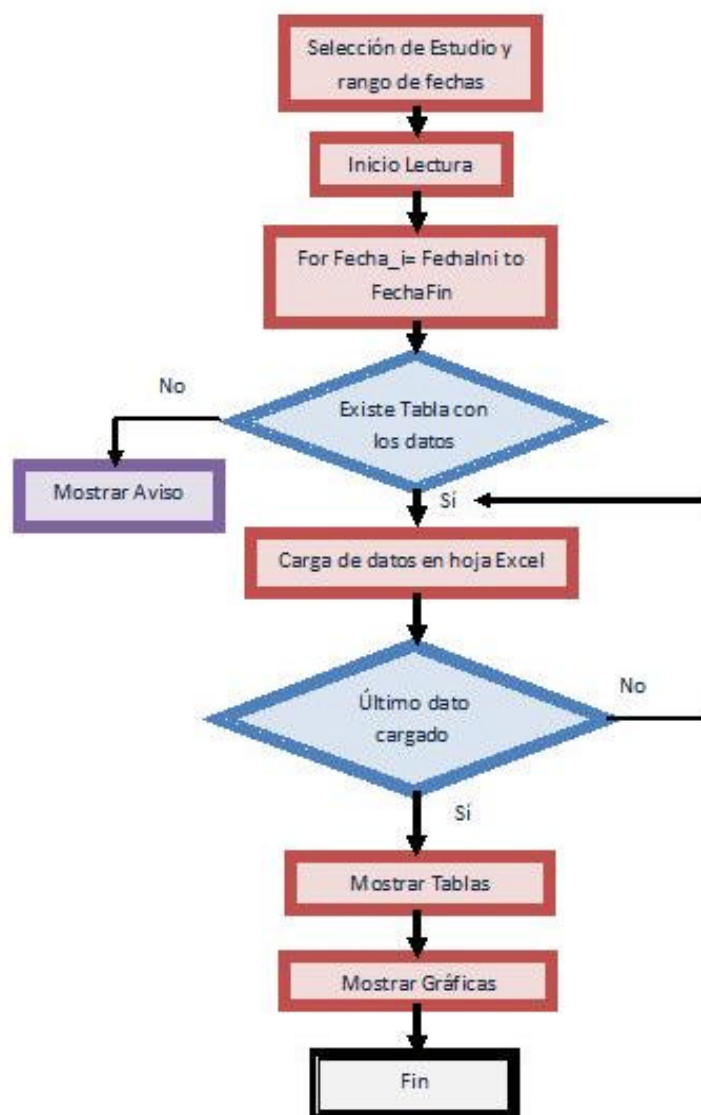


Figura 5.4.4. Diagrama de flujo de Lectura de Datos

En el Anexo III se describen las Macros desarrolladas en Microsoft Excel para el programa de gestión detallando su función en la aplicación.

Capítulo 6:

INFORMES DE MERCADO

6.1	Introducción.....	47
6.2	Informe sobre Restricciones Técnicas a Subir.....	47
6.3	Informe sobre Asignaciones de Terciaria.....	49
6.4	Informe sobre Restricciones Económicas.....	52

6.1 Introducción

A modo de ejemplo y como muestra del potencial de la aplicación, se han desarrollado una serie de informes ejemplo, a partir de consultas SQL a las tablas de la base de datos.

Un usuario sin conocimientos de lenguajes de consultas a base de datos puede, directamente exportar los datos a Excel y trabajar con ellos, o trabajar directamente en Access.

En el proyecto se ha decidido integrar estos informes en la aplicación para completar su funcionalidad y mostrar una herramienta completa de procesamiento masivo de datos.

Seguidamente se detallan los informes realizados, explicando el motivo que ha llevado a la realización del análisis de ese mercado en concreto, así como las conclusiones que se pueden obtener de los datos.

Esta parte complementa la finalidad del proyecto pero sólo se centra, de manera general en el análisis de los resultados obtenidos, al considerar que un estudio detallado de los mercados no forma parte del objetivo del proyecto.

6.2 Informe sobre Restricciones Técnicas a Subir

Entorno al Mercado de Restricciones Técnicas ha existido siempre una gran polémica, por la posibilidad de abuso de posición dominante de determinados sujetos del mercado. Dichos sujetos ante el conocimiento de la necesidad de sus centrales en una determinada zona, evitaban casar en el Mercado Diario por la seguridad de ser asignados en la Fase I de Restricciones a precios superiores.

Estos posibles abusos han ocasionado varios expedientes de la Comisión Nacional de la Energía elevados a la Comisión Nacional de Competencia y a la Audiencia Nacional.

Aunque a través de este informe no se pueda realizar un análisis de las estrategias llevadas a cabo por los sujetos del mercado, sí que se puede estudiar el diferencial de precios de cada una de las tecnologías frente al precio del Mercado Diario.

Para ello se ha implementado una consulta en la aplicación que a partir de los datos almacenados de las asignaciones del Operador del Sistema en la Fase Técnica de Restricciones obtenga un informe sobre los precios por tecnologías en relación al precio del Mercado Diario con desglose horario.

Como caso particular se va a poner como ejemplo la semana correspondiente a Semana Santa de 2010 (29/3/2010 al 04/4/2010), donde el precio del mercado diario fue cero en un gran número de periodos, debido a la baja demanda y la alta producción hidráulica y eólica.

Este caso particular de precios nulos en los mercados hace que las unidades asignadas en restricciones no puedan obtener ningún beneficio adicional por operar en otros mercados (intradiarios, desvíos, terciara) al ser su precio cero. Por tanto el precio al que se oferta en restricciones representa de manera fiable el coste de producción de cada una de las tecnologías.

En las siguientes gráficas se muestra, para la semana en cuestión el precio y el volumen de la energía asignada en la Fase I del mercado de restricciones.

Se puede observar como la mayor parte de la energía corresponde a los ciclos combinados, con un precio prácticamente plano en torno a los 6 €/kWh y con una energía asignada que sigue a forma de la demanda del sistema.

Otras tecnologías son asignadas de forma puntual a diferentes precios y que no son significativas durante el periodo de estudio.

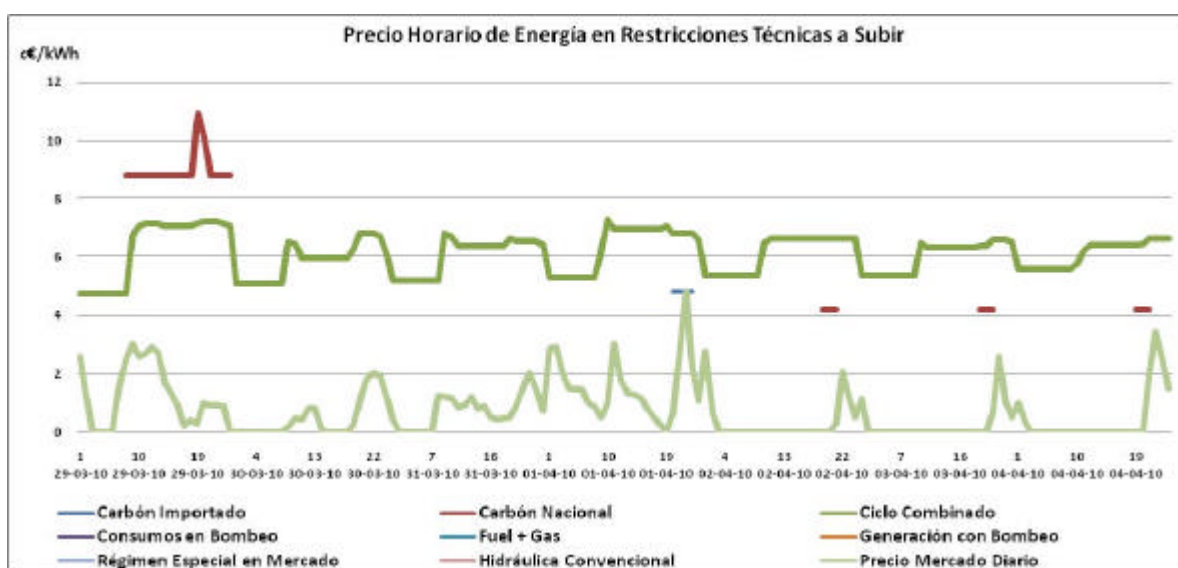


Figura 6.2.1. Precio Horario de Restricciones Técnicas a subir

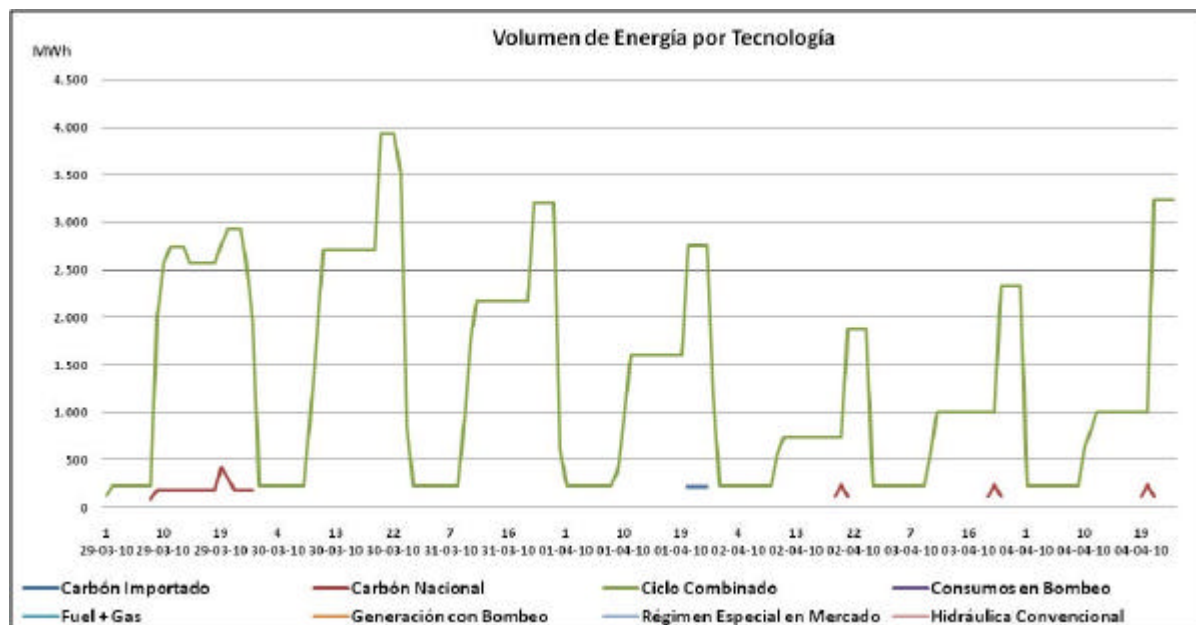


Figura 6.2.2. Energía Horaria de Restricciones Técnicas a subir

A partir de este informe se puede seguir con sólo tres días de diferencia los costes de las diferentes tecnologías y su comparación con el precio del mercado diario.

6.3 Informe sobre Asignaciones de Terciaria

El Mercado de Terciaria tal y como se explicó en el *Apartado 2.7*, se asigna para Tecnologías capaces de subir o bajar su producción con un margen de 15 minutos. Este hecho limita a muchas Tecnologías que no son capaces de ofrecer una subida o bajada de generación de una manera tan rápida sin afectar a sus costes de producción de manera considerable.

Es por ello, que las asignaciones de Terciaria suelen ser para los Ciclos Combinados, las Centrales Hidráulicas y las Centrales Térmicas de Carbón.

Este informe tratará de desarrollar una comparación entre las asignaciones producidas por los Ciclos Combinados y las Centrales Hidráulicas. Se pretende comprobar quien suele obtener mayores asignaciones de Terciaria (tanto a Subir como a Bajar) y a qué precios ofertan.

El resultado servirá para determinar a qué es debido que se asigne a una u otra mayor subida o bajada de generación con las consecuencias que ello deriva.

Para este informe se tomarán datos procedentes de la semana del 03 al 09 de Mayo del 2010. No se tomará un rango de datos mayor ya que se produciría una pérdida de información gráfica debido al espacio correspondiente para ello.

Observando la Figura 6.3.1, se puede ver con facilidad cómo es la Hidráulica Convencional la que obtiene los precios de venta más altos.

Además, la Figura 6.3.2 muestra el volumen de energía generado para Terciaria y se puede observar cómo es la Hidráulica Convencional la que mayor cantidad de energía vende en Terciaria.

Para asignaciones a bajar ocurre exactamente lo mismo. Los precios son más altos para la Hidráulica Convencional, consiguiendo además mayores cantidades de energía casadas.

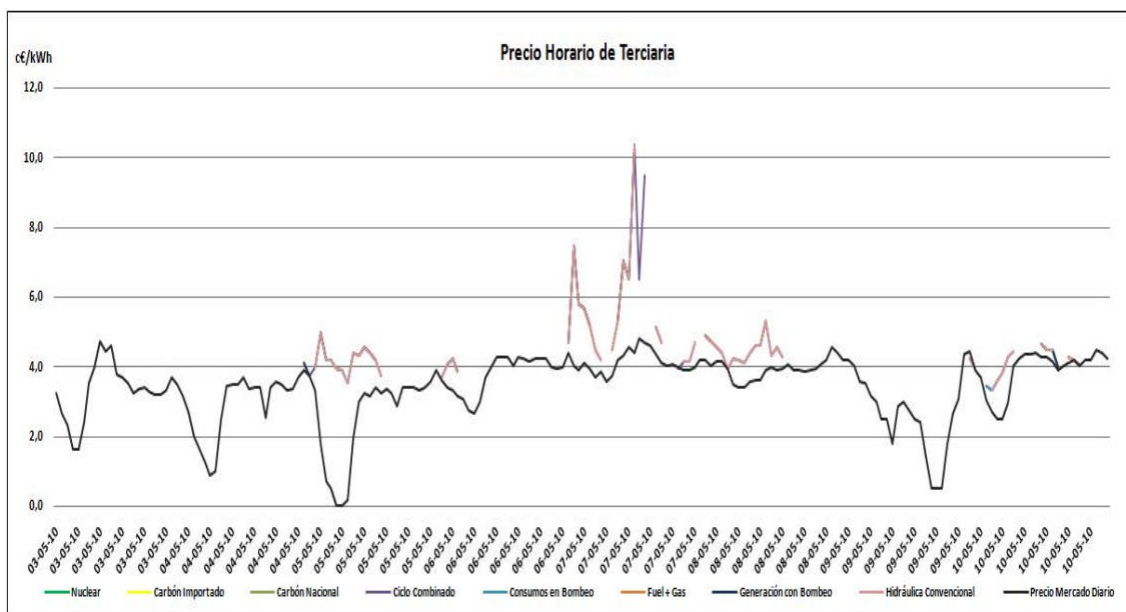


Figura 6.3.1. Precio Horario de Terciaria a Subir

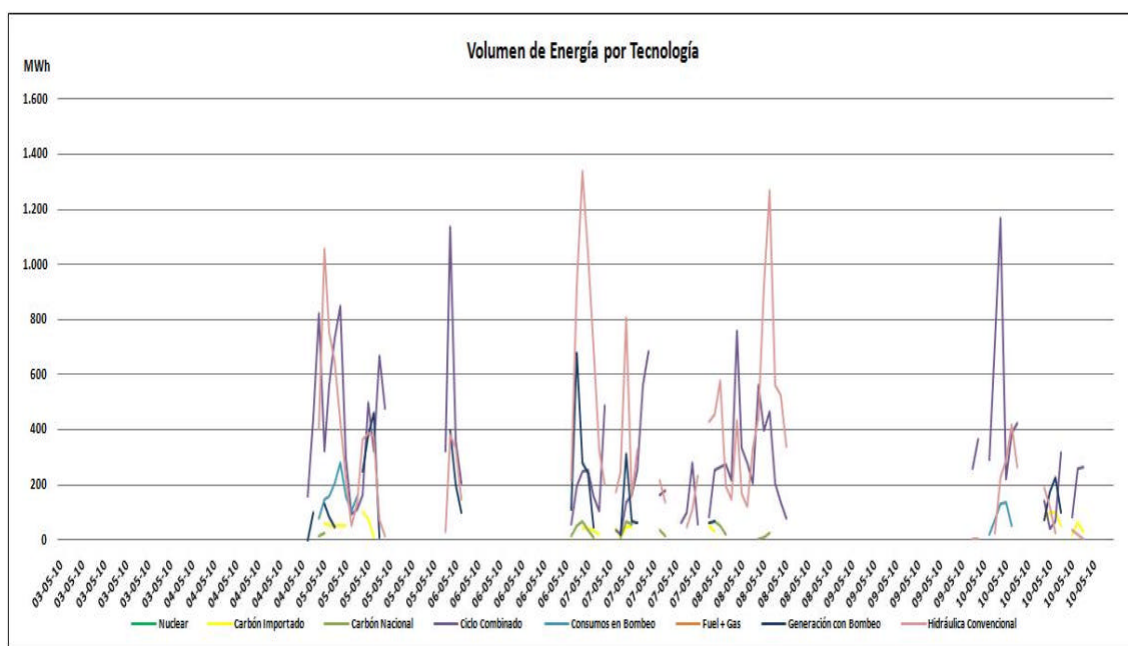


Figura 6.3.2. Volumen de Energía por Tecnología en Terciaría a Subir

La mayor beneficiada en Asignaciones de Terciaría suele ser siempre la Hidráulica Convencional por unas características técnicas que se describen a continuación.

La Hidráulica Convencional constituye una tecnología de generación de respuesta muy rápida y flexible, prácticamente la única del sistema que cumple estos requisitos.

Entre los medios de generación eléctrica de respuesta rápida, fiable y flexible, las centrales hidroeléctricas son las más adecuadas, en especial las reversibles por su doble papel de generación y consumo. Además de las características anteriores, se suman las ventajas medioambientales derivadas de no producir emisiones contaminantes.

Las centrales reversibles de generación/bombeo tuvieron una participación en los Mercados de Terciaría en el año 2009 del 16%, mientras que la Hidráulica Convencional participó en un 6% [14].

En el sistema peninsular español, el equipo hidroeléctrico es prácticamente el único con capacidad de movilización inferior a una hora (periodo elemental de programación de los medios de producción en el sistema eléctrico peninsular español), por lo que su contribución a los servicios de regulación secundaria y terciaria es absolutamente fundamental.

Aparte del factor técnico, existe otro factor que es muy utilizado por las empresas y son las sinergias entre tecnologías.

Una misma empresa puede poseer tanto ciclos combinados como centrales hidroeléctricas y para obtener una mayor rentabilidad, la empresa suele ofertar a subir la energía producida por las centrales hidráulicas y a bajar los ciclos combinados.

Lo que pretenden las empresas utilizando las sinergias entre tecnologías es obtener los mayores beneficios con sus centrales eléctricas y para el caso de sinergias entre ciclos combinados y centrales hidráulicas la opción más rentable es ofertar a bajar los ciclos combinados para ahorrar gas, y a subir las centrales hidráulicas ya que el agua es una materia prima mucho más barata que el gas.

Además, los ciclos combinados tienden a casar la plena carga ya que son más eficientes cuando trabajan a plena carga. Esta razón hará que sólo puedan ofertar a bajar ya que normalmente casan su plena carga y no tienen otra opción en los mercados de ajustes que ofertar a bajar.

6.4 Informe sobre Restricciones Económicas

El Real Decreto 661/2007 [9] estableció que para poder ofertar en los Mercados de Ajuste del Sistema, el Régimen Especial debía ser gestionable.

Durante estos años, Red Eléctrica ha adaptado sus sistemas y sus procedimientos operativos para que las plantas de Régimen Especial pudieran ofertar en mercados como Restricciones, Terciaria o Desvíos.

REE fijó el 25 de Marzo del 2010 como fin del periodo transitorio y desde entonces, si una planta generadora de régimen especial no había realizado las pruebas de gestionabilidad, no podría ofertar en los Mercados de Ajuste del Sistema.

Este informe se va a centrar en el periodo transitorio para el Régimen Especial (primeros cinco meses del 2010), para observar si se han producido cambios en la casación del Régimen Especial en la fase económica de restricciones, a partir de la obligación de la gestionabilidad de las plantas generadoras.

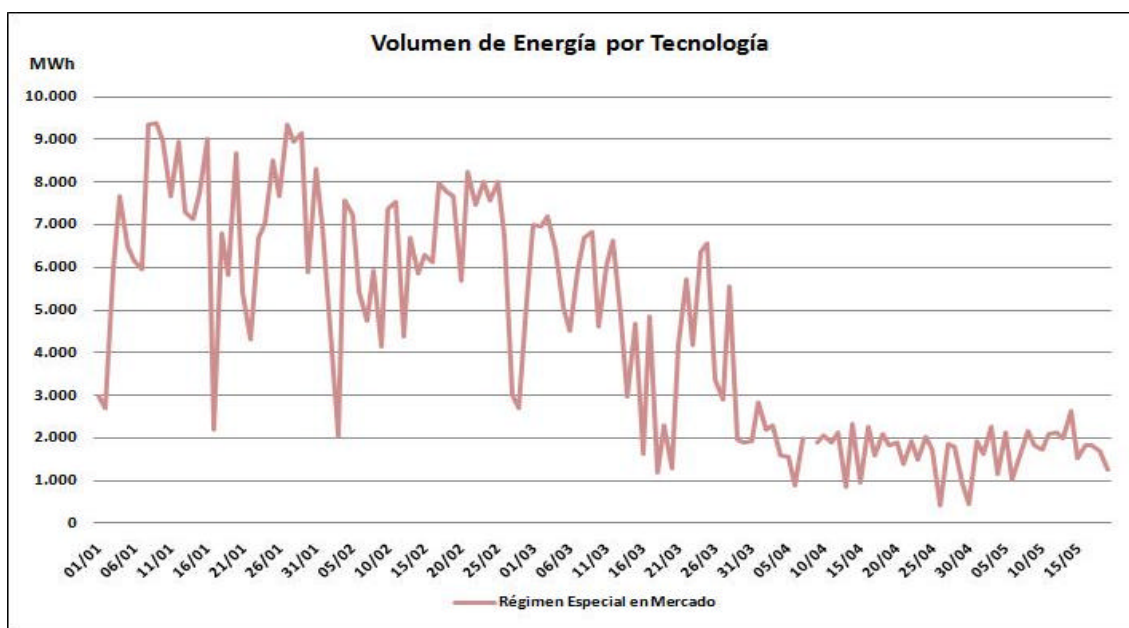


Figura 6.4.1. Energía casada por el Régimen Especial en Restricciones Económicas a Bajar

La Figura 6.4.1 muestra la evolución del Régimen Especial en Restricciones Económicas a Bajar. A partir del 26 de Marzo, la casación sufre un descenso que es provocado por el fin del periodo transitorio, pasando de un valor medio de casación de 6.000MWh durante los tres primeros meses del 2010 a un valor medio de casación de 1.500MWh a partir del 26 de Marzo.

Se aprecia una disminución del 75% en la casación del Régimen Especial a partir del fin del periodo transitorio.

Por tanto se puede deducir que pocas unidades han conseguido la acreditación de gestionables. Surge por tanto la pregunta de si durante todo el periodo transitorio, el régimen especial ha aprovechado la fase económica de restricciones para obtener un beneficio extra, casando más carga en el Mercado Diario para luego recomprarla a un precio más bajo en Restricciones Económicas

El “vacío” dejado por el régimen especial ha debido ser cubierto por alguna otra tecnología. Observando el periodo comprendido entre marzo y mayo de 2010 puede verse la disminución de las asignaciones al régimen especial y un aumento de la energía disminuida al ciclo combinado (Figura 6.4.2).

Pero donde más claramente se aprecia esta tendencia es analizando el porcentaje de la energía asignada a ambas tecnologías sobre el total (Figura 6.4.3). Donde se aprecia claramente que el ciclo combinado ha sido la energía que ha reemplazado al régimen especial, aumentando un 20% la energía asignada sobre el total.

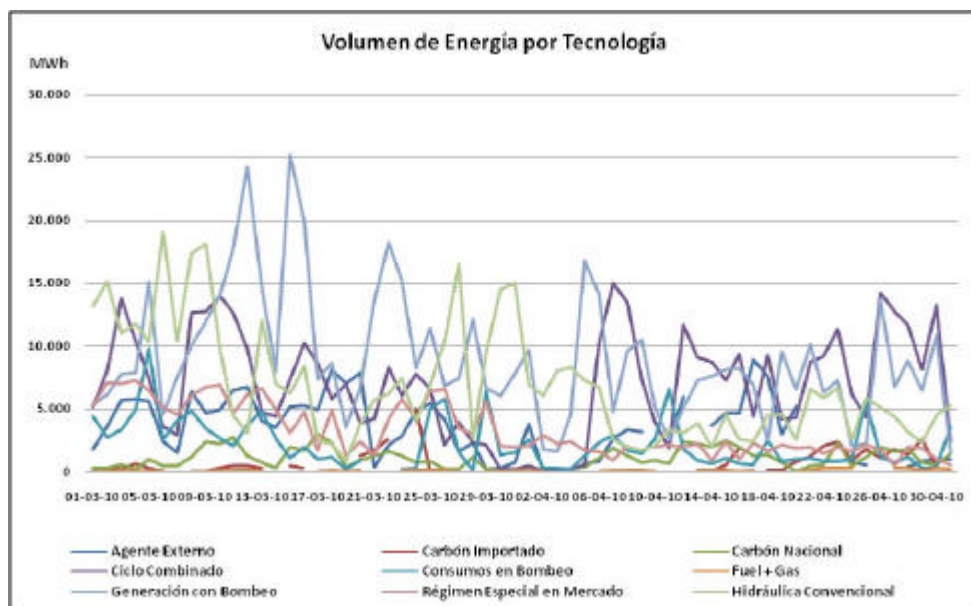


Figura 6.4.2. Casaciones por Tecnología en Restricciones Económicas a Bajar

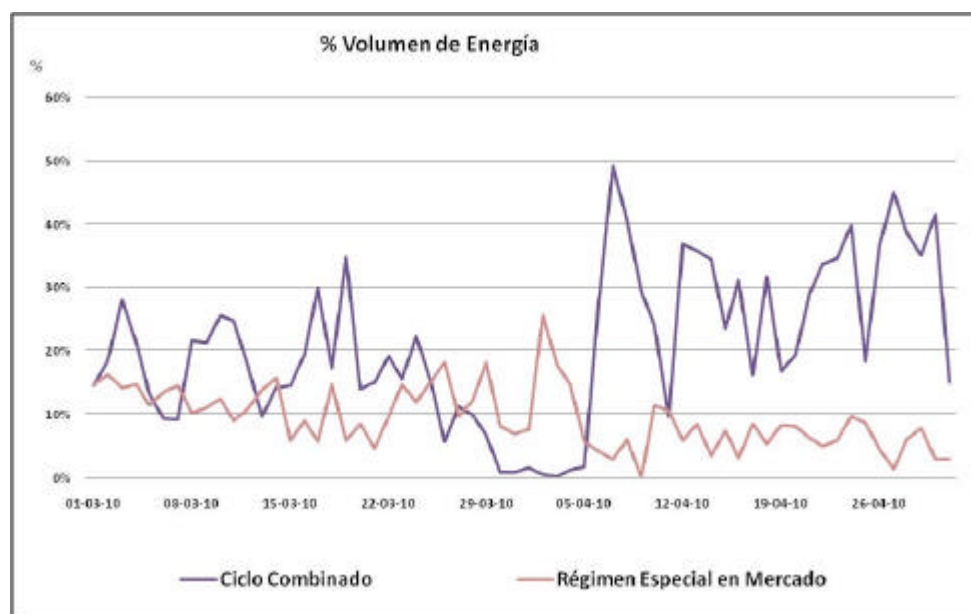


Figura 6.4.3. % respecto del total de restricciones a bajar del ciclo combinado y el régimen especial



Capítulo 7:

CONCLUSIONES

A través de los informes realizados gracias a los Estudios producidos por el Programa de Gestión de Ficheros I3DIA, se pueden obtener las siguientes conclusiones.

El Mercado de Restricciones Técnicas ha tenido que soportar la posición dominante de determinados sujetos de mercado, debida a la necesidad de sus centrales en determinadas zonas. Es por ello que las centrales de ciclo combinado se han visto favorecidas siempre gracias a su posicionamiento en el levante español (zona de gran demanda eléctrica).

Se ha comprobado cómo los ciclos combinados están situados estratégicamente en la península para que su uso y producción sean necesarios a la hora de garantizar la distribución eléctrica. Es por ello que evitaban casar en el Mercado Diario por la seguridad de ser asignados en la Fase I de Restricciones a precios superiores obteniendo con ello mayores beneficios.

Por otra parte, utilizando la información obtenida de los Mercados de Terciaria se llega a la conclusión de que las principales asignaciones de terciaria se destinan a la producción hidráulica por diversos motivos.

Uno de ellos es la flexibilidad y la rápida respuesta que las centrales hidráulicas son capaces de ofrecer al sistema, siendo esta tecnología la única en garantizar el suministro eléctrico ante las posibles necesidades en un periodo inferior a 15 minutos.

Otro de los factores clave en esa asignación, son las sinergias entre tecnologías que se producen en las empresas generadoras. Dichas empresas tienen como objetivo optimizar sus recursos para conseguir los mayores beneficios y en los Mercados de Terciaria se suelen realizar sinergias entre Centrales Hidráulicas y Ciclos Combinados. Las Centrales Hidráulicas suelen ofertar en Terciaria a Subir mientras que los Ciclos Combinados suelen ofertar en Terciaria a Bajar.

Esta asignación de tecnologías en los mercados tiene como punto principal el ahorro de gas frente a la generación hidráulica que ofrece mayores beneficios en los mercados a subir. Además del factor de los ciclos combinados, donde toda su energía suele ser casada en los mercados diarios para garantizar la plena carga con la que se obtienen los mayores beneficios.

Por último, según el Real Decreto 661/2007, para que el Régimen Especial pudiera ofertar en los Mercados de Ajuste, este debería ser gestionable.

Tras realizar un estudio durante el periodo transitorio de entrada en vigor del Real Decreto, se comprobó cómo descendió un 75% de la casación en el Mercado de Restricciones Económicas el Régimen Especial. Un dato que refleja cómo el Régimen Especial antes de la entrada en vigor del Real Decreto utilizaba los Mercados de Ajuste para obtener unos mayores beneficios.

Ese 75% de disminución de la casación del Régimen Especial en el Mercado de Restricciones Económicas ha provocado que otras tecnologías hayan aumentado su casación en dicho mercado para equilibrarlo.

Dos de esas tecnologías que se han visto beneficiadas por la disminución de la casación del Régimen Especial han sido la Generación con Bombeo y el Fuel-Gas que han aumentado su casación en dicho mercado de manera significativa.



Capítulo 8:

BIBLIOGRAFÍA

[1] – Comisión Nacional de Energía

<http://www.cne.es/cne/Home>

[2] – Ley de Liberación del Mercado Eléctrico

<http://www.agores.org/Publications/EnerIure/Spain21.pdf#search='IAW%2054/1997%20Spain'>

[3] – Boletín Oficial del Estado número 95 del 29/06/2007 por el que se modifican las reglas de funcionamiento del mercado de producción de energía eléctrica.

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/06/29/pdfs/A28007-28086.pdf>

<http://www.boe.es/boe/dias/2007/06/29/pdfs/A28087-28188.pdf>

[4] – Mercado Ibérico de Electricidad

<http://www.mercadoibericoenergia.org/lenguaje-espanol/menu.html>

[5] – Boletín Oficial del Estado número 310 del 27/12/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

<http://www.boe.es/boe/dias/2000/12/27/pdfs/A38047-38057.pdf>

[http://www.cne.es/cne/doc/legislacion/\(24\)rd1995_co.pdf](http://www.cne.es/cne/doc/legislacion/(24)rd1995_co.pdf)

[6] – Red Eléctrica de España

<http://www.ree.es>

[7] – Operador del Sistema

<http://www.omel.es/frames/es/idenx.jsp>

[8] – Mercado Diario Ibérico

http://www.omel.es/pages/es/mercado/descripcion/mercado_mercado_diario.htm

[9] – Boletín Oficial del Estado número 126 del 26/05/2007 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-2007-10556

[10] – Sistema de Información del Operador del Sistema

<http://www.esios.ree.es/web-publica>

[11] – Macros y Visual Basic for Applications

<http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/introduccion-a-las-macros-RZ001150634.aspx?CTT=1&lc=es-es§ion=2>

[12] – Structured Query Language

<http://office.microsoft.com/es-es/access-help/expresiones-sql-HA001231506.aspx?CTT=1>

[13] – Asociación Empresarial Eólica

<http://www.aeeolica.es>

[14] – Informe sobre la Importancia del Equipo Generador Hidroeléctrico en la Operación del Sistema Eléctrico.

http://www.chsegura.es/export/descargas/planificacionydma/planificacion/docsdescarga/103_Aportaciones_al_EpTI_de_Red_Electrica_Espanola_xREEx.pdf



ANEXO I

A continuación se describen los contenidos válidos de las columnas esenciales de cada hoja de los archivos I3DIA:

HOJA	DESCRIPCIÓN	COLUMNA	CONTENIDOS VÁLIDOS
I3DIA00	Fecha del informe y contenido del libro		Fecha del informe y fecha de publicación en formato dd-mm-aaaa
I3DIA01	Resultado de la Programación Horaria del PVP	CONCEPTO	Hidráulica Convencional, Turbinación bombeo, Total Hidráulica, Nuclear, Carbón Nacional, Carbón Importado, Fuel-Gas, Régimen ordinario con prima, Ciclo Combinado, Total Térmica, Importaciones sin Derechos, Total Generación, Consumo bombeo, Importaciones (mercado), Importaciones (bilateral), Exportaciones (mercado), Exportaciones (bilateral), Saldo Internacional, Régimen especial que participa en el mercado de producción, Producción de régimen especial a tarifa, Total Régimen Especial, Comercializador, Suministro a tarifa, Consumidores directos a mercado
I3DIA02	Resultado de la Programación Horaria del P48	CONCEPTO	Ídem hoja I3DIA01
I3DIA03	Resultado de la Resolución de Restricciones en el Mercado Diario	REDESPACHO	UPOPVPV, UPOPVPB, UPOPVPCBB, UPOPVPE, UPOPVPCBE, UPOPVPMER, UPOSB, UPLPVPV, UPLPVPCB, UPLPVPCBN, UPLSB, ECORRPVP, ECO, ECOCB, ECOSSO, ECOBSO, ECOSCBSO, ECOBCBSO, ECOBMER, ECOSMER, ECOCBV, UPOPVPGS, ECOGS, ECOGSCB
		SENTIDO	Subir, Bajar
		CONCEPTO	Hidráulica Convencional, Turbinación bombeo, Nuclear, Carbón Nacional, Carbón Importado, Fuel-Gas, Ciclo Combinado, Consumo bombeo, Importaciones (mercado), Importaciones (bilateral), Exportaciones (mercado), Exportaciones (bilateral), Régimen especial que participa en el mercado de producción, Importaciones sin Derechos, Comercializador, Suministro a tarifa, Consumidores directos a mercado
I3DIA04	Resultado de la Resolución de Restricciones en el Mercado Intradía	SESIÓN	S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, S.1 (d+1)
		REDESPACHO	RTOMI, ECOMI
		SENTIDO	Subir, Bajar
		CONCEPTO	Ídem hoja I3DIA03

HOJA	DESCRIPCIÓN	COLUMNA	CONTENIDOS VÁLIDOS
I3DIA05	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Secundaria	SENTIDO	Subir, Bajar
		CONCEPTO	Hidráulica Convencional, Turbinación bombeo, Nuclear, Carbón Nacional, Carbón Importado, Fuel-Gas, Ciclo Combinado, Régimen especial que participa en el mercado de producción, Importaciones sin Derechos
I3DIA06	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Gestión de Desvíos	SESIÓN	S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, ...
		REDESPACHO	DESV, DESMER
		SENTIDO	Subir, Bajar
		CONCEPTO	Hidráulica Convencional, Turbinación bombeo, Nuclear, Carbón Nacional, Carbón Importado, Fuel-Gas, Ciclo Combinado, Consumo bombeo, Régimen especial que participa en el mercado de producción, Importaciones sin Derechos
I3DIA07	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Terciaria	REDESPACHO	TER, TERMER
		SENTIDO	Subir, Bajar
		CONCEPTO	Ídem hoja I3DIA06
I3DIA08	Resultado de la Programación Horaria del Mercado de Tiempo Real	REDESPACHO	Terciaria, Desvíos, Restricciones Técnicas, Indisponibilidad, Pendiente, Int. Internacionales, Apoyo, Emergencia
		TIPO	TER, DESV, UPOTRT, UPOTROR, UPOMER, UPLTRT, UPLTROR, UPLMER, DESCOM1, DESCOM2, DESCOM3, DESCOM4, INDIS, PEND, INTAPOY, DESMER, TERMER
		SENTIDO	Subir, Bajar
		CONCEPTO	Ídem hoja I3DIA03
I3DIA09	Precios de la Resolución de Restricciones en el Mercado Diario	Ídem hoja I3DIA03	Ídem hoja I3DIA03
I3DIA10	Precios de la Resolución de Restricciones en el Mercado de Tiempo Real	Ídem hoja I3DIA08	Ídem hoja I3DIA08
I3DIA11	Reservada		
I3DIA12	Energía Indisponible	CONCEPTO	Hidráulica Convencional, Turbinación bombeo, Total Hidráulica, Nuclear, Carbón Nacional, Carbón Importado, Fuel-Gas, Ciclo Combinado, Total Térmica, Régimen especial que participa en el mercado de producción, Importaciones sin Derechos, Indisponibilidad Total
I3DIA13	Resultado de la Programación Horaria de los PHF's	PROGRAMA	PHF-1, PHF-2, PHF-3, PHF-4, PHF-5, PHF-6, PHF-7
		CONCEPTO	Idem hoja I3DIA01

HOJA	DESCRIPCIÓN	COLUMNA	CONTENIDOS VÁLIDOS
I3DIA14	Resultado de la Programación Horaria del PBF	CONCEPTO	Ídem hoja I3DIA01
		TIPO TRANSACCIÓN	Mercado, Bilateral
I3DIA15	Reservada		
I3DIA16	Reservada		
I3DIA17	Reservada		
I3DIA18	Reservada		
I3DIA19	Reservada		
I3DIA20	Reservada		

Tabla Anexo I.1. Descripción de las hojas de los archivos I3DIA

Como consecuencia del paso de unidades de $c€/kWh$ a $€/MWh$ y de $c€$ a $€$ que será efectivo en todas las publicaciones externas de e-SIOS a partir del 1 de Junio de 2010, desde el 5 de Junio de 2010 la publicación I3DIA vendrá en $€/MWh$ y $€$ según aplique. A partir de ese día todas las republicaciones de I3DIA de fechas anteriores al 1 de Junio de 2010 se harán en $c€/kWh$ y $c€$ según aplique.



ANEXO II

En las siguientes tablas se detallan las etiquetas de los redespachos existentes en los distintos mercados mostrando una descripción del significado y utilidad de cada uno.

Etiqueta	Descripción
UPOPVPV	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para incrementar la energía programada de una unidad con programa de venta.
UPOPVPB	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para incrementar la energía asociada a una transacción de mercado de una unidad con programa de adquisición de bombeo (reducir consumo de bombeo).
UPOPVPCBB	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para incrementar la energía asociada a un consumo de bombeo con entrega física de una unidad con programa de adquisición de bombeo (reducir consumo de bombeo).
UPOPVPE	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para incrementar la energía asociada a una transacción de mercado de una unidad con programa de adquisición de exportación (reducir exportación).
UPOPVPCBE	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para incrementar la energía asociada a un consumo de bombeo con entrega física de una unidad con programa de adquisición de exportación (reducir exportación).
UPOPVPMER	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para incrementar la energía programada de una unidad con programa de venta resuelto por el mecanismo excepcional de resolución.
UPLPVPV	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para reducir la energía asociada a una transacción de mercado de una unidad con programa de venta.
UPLPVPCBN	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para reducir la energía de una unidad con programa de venta asociado a un contrato bilateral con entrega física en el que la unidad con programa de adquisición corresponde a un consumo nacional.
UPLPVPCB	Redespacho aplicado por criterios de seguridad para reducir la energía de una unidad con programa de venta asociada a un contrato bilateral con entrega física en el que la unidad con programa de adquisición corresponde a un consumo de bombeo a una exportación de energía a sistemas externos.

Tabla Anexo II.1. Descripción de las siglas de los Redespachos del programa PBF

Etiqueta	Descripción
RTOMI	Redespacho aplicado por criterios de seguridad (retirada de ofertas de venta y/o adquisición casadas en los Mercados Intradiarios).
ECOMI	Redespacho aplicado en el proceso de reequilibrio generación-demanda (retirada de ofertas de venta y/o adquisición casadas en los Mercados Intradiarios).

Tabla Anexo II.2. Descripción de las siglas de los Redespachos relacionados con los Mercados Intradiarios

Etiqueta	Descripción
DESV	Redespacho por asignación de ofertas para Resolución de Desvíos.

Tabla Anexo II.3. Descripción de las siglas de los Redespachos relacionados con la Resolución de Desvíos

Etiqueta	Descripción
ECO	Redespacho aplicado para incrementar/reducir la energía asociada a una transacción de mercado en el proceso de reequilibrio de generación-demanda en caso de que exista déficit/exceso de generación, resuelto con ofertas de energía para el proceso de solución de restricciones técnicas.
ECOCB	Redespacho aplicado para incrementar/reducir la energía asociada a un consumo de bombeo con entrega física en el proceso de reequilibrio de generación-demanda en caso de que exista déficit/exceso de generación, resuelto con ofertas de energía para el proceso de solución de restricciones técnicas.
ECOB	Redespacho aplicado para reducir la energía asociada a una transacción de mercado en el proceso de reequilibrio de generación-demanda ante una situación de exceso de generación, en el caso de que la unidad con programa, estando obligado a ello, no haya presentado la correspondiente oferta de energía a bajar para el proceso de solución de restricciones técnicas.
ECOSSO	Redespacho aplicado para incrementar la energía en el proceso de reequilibrio de generación-demanda ante una situación de déficit de generación en el caso de que la unidad con programa, estando obligado a ello, no haya presentado la correspondiente oferta de energía a subir para el proceso de solución de restricciones técnicas.
ECOBCBSO	Redespacho aplicado para reducir la energía asociada a una unidad con programa de venta asociada a un consumo de bombeo con entrega física en el proceso de reequilibrio de generación-demanda ante una situación de exceso de generación en el caso de que la unidad con programa, estando obligado a ello, no haya presentado la correspondiente oferta de energía a bajar para el proceso de solución de restricciones técnicas.
ECOSMER	Redespacho aplicado para incrementar la energía en el proceso de reequilibrio de generación-demanda ante una situación de déficit de generación resuelto por Mecanismo Excepcional de Resolución.
ECOBMER	Redespacho aplicado para reducir la energía en el proceso de reequilibrio de generación-demanda ante una situación de exceso de generación resuelto por Mecanismo Excepcional de Resolución.
ECOCBV	Redespacho aplicado en el proceso de reequilibrio de generación-demanda para cuadrar la energía asociada a un consumo de bombeo con entrega física cuya generación o demanda ha sido modificada en los Redespachos del programa PBF.
ECOSCBSO	Redespacho aplicado para incrementar la energía (reducir consumo) de una unidad con programa de adquisición asociada a un consumo de bombeo con entrega física en el proceso de reequilibrio de generación-demanda ante una situación de déficit de generación en el caso de que la unidad con programa, estando obligado a ello, no haya presentado la correspondiente oferta de energía a subir para el proceso de resolución de restricciones técnicas.

Tabla Anexo II.4. Descripción de las siglas de los Redespachos de reequilibrio de producción y demanda

Etiqueta	Descripción
UPOTRT	Unidad con programa obligado en tiempo real resuelto con oferta de terciaria.
UPOTROR	Unidad con programa obligado en tiempo real resuelto con oferta de restricciones.
UPOMER	Unidad con programa obligado en tiempo real resuelto por el mecanismo excepcional de resolución.
UPLTRT	Unidad con programa limitado en tiempo real resuelto con oferta de terciaria.
UPLTROR	Unidad con programa limitado en tiempo real resuelto con oferta de restricciones.
UPLMER	Unidad con programa limitado en tiempo real resuelto por el mecanismo excepcional de resolución.
TER	Asignación de terciaria. No aplican, en este concepto, los redespachos por resolución de restricciones.
TERMER	Asignación de terciaria por mecanismo excepcional de asignación.
SECROB	Redespacho para obtención de banda de regulación secundaria gestionado en tiempo real por el Operador del Sistema.
DESMER	Redespacho asignado por mecanismo excepcional de resolución de desvíos.
DESCOM1	Redespacho por desvío comunicado al Centro de Control Eléctrico. Vertido cierto.
DESCOM2	Redespacho por desvío comunicado al Centro de Control Eléctrico. Desvío autorizado por el Centro de Control Eléctrico.
DESCOM3	Redespacho por desvío comunicado al Centro de Control Eléctrico. Desvío no autorizado por el Centro de Control Eléctrico.
DESCOM4	Redespacho por desvío comunicado al Centro de Control Eléctrico. Infactibilidad técnica.
INDIS	Redespacho por indisponibilidad.
SECMER	Asignación de banda de regulación secundaria gestionado por mecanismo excepcional de asignación.
INTAPOY	Intercambios internacionales de apoyo.
PEND	Redespacho pendiente de calificar.
ACCBAL	Acción Coordinada de Balance entre Operadores de Sistema para garantizar los programas de intercambio autorizados en la frontera Francia-España.
NOAPLICMI	Redespacho aplicado para gestionar, en caso de que así se establezca, modificaciones de programas que no hayan podido ser gestionadas en las correspondientes sesiones de los Mercados Intradiarios debido a la suspensión de estas sesiones.

Tabla Anexo II.5. Descripción de las siglas de los Redespachos de operación en Tiempo Real



ANEXO III

En la siguiente tabla se muestran las macros desarrolladas para el programa de gestión en Microsoft Excel con la finalidad de cada una de ellas.

Macro	Descripción
Auto_Open	Hace visible únicamente la página principal del programa ocultando todas las hojas que quedaran abiertas con anterioridad
consultar_max_fichero_Energía_indisponible	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Energía_indisponible de la Base de Datos
consultar_max_fichero_Gestión_Desvíos	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Programación_horaria_mercado_gestión_desvíos de la Base de Datos
consultar_max_fichero_P48	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Programación_horaria_P48 de la Base de Datos
consultar_max_fichero_PBF	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Programación_horaria_PBF de la Base de Datos
consultar_max_fichero_PPHMTR	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Precios_programación_horaria_mercado_tiempo_real de la Base de Datos
consultar_max_fichero_PRRMD	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Precios_resolución_restricciones_mercado_diario de la Base de Datos
consultar_max_fichero_PVP	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Programación_horaria_PVP de la Base de Datos
consultar_fichero_RRMD	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Resolución_restricciones_mercado_diario de la Base de Datos
consultar_fichero_Secundaria	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Programación_horaria_mercado_secundaria de la Base de Datos
consultar_fichero_Terciaria	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Programación_horaria_mercado_terciaria de la Base de Datos
consultar_fichero_Tiempo_Real	Consulta si existen o no ficheros cargados en la tabla Precios_programación_horaria_mercado_tiempo_real de la Base de Datos
Hoja1.AbrirLibro	Realiza la inserción de datos en la Base de Datos
Hoja1.TextBox1_Change	Devuelve el valor del cuadro de texto destinado a la fecha inicial por la que se empezarán a cargar los ficheros en la Base de Datos
Hoja1.TextBox2_Change	Devuelve el valor del cuadro de texto destinado a la fecha final por la que terminará la carga de ficheros en la Base de Datos
Hoja1.TextBox3_Change	Devuelve el valor del cuadro de texto destinado a la ruta donde se encuentran los archivos I3DIA
Hoja1.TextBox4_Change	Devuelve el valor del cuadro de texto destinado a la ruta donde se encuentra la Base de Datos

Tabla Anexo III.1. Descripción de las Macros en Excel

